Buku Teks Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Nautika Kapal Penangkapan Ikan

Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan

KELAS

X

SEMESTER 1

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Prinsip pembelajaran kontekstual (*contextual learning*) yang diharapkan mampu mengubah gaya belajar siswa dalam memahami setiap ilmu dan materi yang dipelajari di sekolah menjadi salah satu komponen dasar penyusunan bahan ajar bagi guru dan siswa. Disisi lain pembelajaran akselerasi (*accelerated learning*) berkontribusi dalam menciptakan nuansa dan iklim kegiatan belajar yang kreatif, dinamis serta tak terbatas oleh sekat ruang kelas (*learning with no boundaries*). Proses pembelajaran tersebut mampu memberi spektrum warna bagi kanvas ilmu pengetahuan yang sejatinya harus menjadi bagian dari proses pengalaman belajar (*experiential learning*) ilmiah, kritis dan dapat diterapkan (*applicable*).

Buku teks siswa SMK tahun 2013 dirancang untuk dipergunakan siswa sebagai literatur akademis dan pegangan resmi para siswa dalam menempuh setiap mata pelajaran. Hal ini tentu saja telah diselaraskan dengan dinamika Kurikulum Pendidikan Nasional yang telah menjadikan Kurikulum 2013 sebagai sumber acuan resmi terbaru yang diimplementasikan di seluruh sekolah di wilayah Republik Indonesia secara berjenjang dari mulai pendidikan dasar hingga pendidikan menengah.

Buku ini disusun agar menghadirkan aspek kontekstual bagi siswa dengan mengutamakan pemecahan masalah sebagai bagian dari pembelajaran dalam rangka memberikan kesempatan kepada siswa agar mampu mengkonstruksi ilmu pengetahuan dan mengembangkan potensi yang dimiliki oleh setiap individu mereka sendiri. Secara bahasa, buku ini menggunakan bahasa yang komunikatif, lugas dan mudah dimengerti. Sehingga, siswa dijamin tidak akan mengalami kesulitan dalam memahami isi buku yang disajikan.

Kami menyadari bahwa penyusunan dan penerbitan buku ini tidak akan dapat terlaksana dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Kami ucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan yang diberikan. Semoga buku ini dapat memberi kontribusi positif bagi perkembangan dan kemajuan pendidikan di Indonesia.

Jakarta, Desember 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

KELAS X		**KELAS XI**		**KELAS XII**	
SEMESTER 1	**SEMESTER 2**	**SEMESTER 3**	**SEMESTER 4**	**SEMESTER 5**	**SEMESTER 6**
C1 : DASAR BIDANG KEAHLIAN					
FISIKA 1	FISIKA 2	FISIKA 3	FISIKA 4		
KIMIA 1	KIMIA 2	KIMIA 3	KIMIA 4		
BIOLOGI	BIOLOGI	BIOLOGI	BIOLOGI		
C2 : DASAR PROGRAM KEAHLIAN					
HMP4L2 (1)	HMP4L2 (2)				
BSKP 1	BSKP 2				
DTPIP2 HT 1	DTPIP2H T 2				
DKL 1	DKL 2				
BIMP 1	BIMP 2				

GLOSARIUM

crutches	Pelat-pelat yang menghubungkan ujung-ujung senta
transom	Bagian buritan diatas linggi kemudi, makin membesar untuk mana perlu diberi perkuatan khusus berupa sebuah tatanan
transom floor	gading-gading melintang serta blok-blok geladak yang saling dihubungkan satu sama lain secara terpadu
transom frame	gading-gading yang memperkuat daerah ini
transom beam	gading-gading yang memperkuat balok-balok geladaknya
Length Over All = LOA	jarak membujur sebuah kapal dari titik terdepan lenggi haluan kapal sampai ke titik terbelakang buritan kapal, diukur sejajar lunas
Length Between Perpendiculars = LBP	Panjang antara garis tegak ialah panjang kapal dihitung dari garis tegak depan sampai ke garis tegak belakang.
Length on the Load Water Line = LLWL	Panjang sepanjang garis air/muat ialah panjangkapal yang diukur dari perpotongan garis air dengan linggi haluan sampai ke titik potong garis air dengan linggi belakang diukur sejajar lunas.
Registered length	Panjang seperti yang tertera si salam sertifikat kapal itu, yaitu dihitung dari ujung terdepan geladak jalan terus teratas sampai garis tegak belakang diukur sejajar lunas.
Extreme breadth	Jarak melintang dari suatu titik terjauh di sebelah kiri sampai ke titik terjauh disebelah kanan badan kapal diukur pada lebar terlebar (tepi pelat kulit sebelah luar badan kapal).

Moulded breadth	lebar / jarak melintang kapal dihitung dari tepi dalam pelat kulit kanan sampai tepi dalam pelat kulit kiri, diukur pada bagian kapal yang terlebar.
Lebar terdaftar (Registered breadth)	lebar seperti yang tertera di dalam sertifikat kapal itu. Panjangnya sama dengan lebar dalam (Moulded breadth),
Free board	jarak tegak dari garis air sampai geladak lambung bebas arau garis deck (free board deck or deck line).

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam melaksanakan pelayaran dan penangkapan ikan dengan kapal perikanan, maka ada beberapa kompetensi yang perlu dikuasai oleh seorang perwira kapal perikanan tersebut. Salah satu penyebab kecelakaan kapal di laut, baik yang terjadi di laut lepas maupun ketika di pelabuhan, adalah peranan dari para awak kapal yang tidak memperhatikan perhitungan stabilitas kapalnya sehingga dapat mengganggu kesetimbangan secara umum yang akibatnya dapat menyebabkan kecelakaan fatal seperti kapal tidak dapat dikendalaikan, kehilangan kesetimbangan dan bahkan tenggelam yang pada akhirnya dapat merugikan harta benda, kapal, nyawa manusia bahkan dirinya sendiri. Sedemikian pentingnya pengetahuan menghitung stabilitas kapal untuk keselamatan pelayaran, maka setiap awak kapal yang bersangkutan bahkan calon awak kapal harus dibekali dengan seperangkat pengetahuan dan keterampilan dalam menjaga kondisi stabilitas kapalnya sehingga keselamtan dan kenyamanan pelayaran dapat dicapai.

Salah satu kompetensi yang diperlukan adalah penguasaan tentang Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP). Khususnya pada stabilitas kapal ada kompetensi dasar yang perlu dikuasai pada semester dua kurikulum 2013 yaitu melaksanakan prinsip-prinsip stabilitas kapal perikanan. Apabila kapal tidak mempunyai stabilitas yang baik, maka dampak langsung yang akan diterima adalah rusaknya muatan yang ada pada kapal tersebut.

Sedemikian pentingnya pengetahuan stabilitas kapal perikanan untuk keselamatan pelayaran dan penangkapan ikan, maka setiap awak kapal yang bersangkutan bahkan calon awak kapal harus dibekali dengan seperangkat pengetahuan dan keterampilan dalam stabilitas kapal. Sehingga keselamatan dan kenyamanan dalam pelayaran dan menangkap ikan dapat dicapai. Modul BSKP kapal perikanan ini merupakan materi kurikulum yang berfungsi untuk

mengembangkan kemampuan siswa pada Paket Keahlian Nautika Kapal Penangkap Ikan, dan untuk diterapkan ketika melakukan dinas jaga di atas kapal khususnya dalam tugas-tugas penangkapan dan penanganan hasil tangkapan yang dapat berpengaruh terhadap keselamatan pelayaran kapal tersebut.

Kegiatan pembelajaran dengan berbasis Teknologi pada hakekatnya merupakan perpaduan antara penguasaan konsep dan prinsip terhadap suatu obyek serta penerapannya dalam meningkatkan kompetensi peserta didik, dengan memperhatikan fakta lapangan dan menggunakan prosedur tetap untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Pendekatan pembelajaran dengan sistem modul memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara mandiri sesuai dengan percepatan pembelajaran masing-masing. Modul sebagai alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Untuk itu perlu adanya penyusunan bahan ajar atau modul sesuai dengan analisis kompetensi, agar peserta didik dapat belajar efektif dan efisien.

Isi modul ini sudah mengacu kepada standar kompetensi industri dan diarahkan untuk dapat memahami, mengoperasikan, menggunakan dan mengaplikasikan Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP) yang meliputi : macam-macam stabilitas kapal perikanan dan perhitungannya, menentukan nilai-nilai ukuran stabilitas kapal (KG, KB, BM, GM dan KM), trim, menghitung titik berat kapal setelah kegiatan bongkar dan muat, plimsoll mark, efek permukaan bebas (*free surface effect*), percobaan stabilitas (*the inclining experiment*).

Pengertian

Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP) adalah ilmu yang mempelajari tentang cara mengendalikan kecenderungan sebuah kapal yang akan kembali ke posisi semula setelah kapal tersebut mengalami senget/oleng karena pengaruh dari luar dan dalam kapal tersebut. Pengendalian meliputi kompetensi tentang mengetahui macam-macam stabilitas kapal perikanan dan

perhitungannya, menentukan nilai-nilai ukuran stabilitas kapal (KG, KB, BM, GM dan KM), trim, menghitung titik berat kapal setelah kegiatan bongkar dan muat, plimsoll mark, efek permukaan bebas (free surface effect), percobaan stabilitas (the inclining experiment).

Rasional

Beberapa hal yang harus diketahui selama mempelajari BSKP meliputi suatu kegiatan Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan. Kompetensi yang harus dikuasai adalah mengetahui macam-macam stabilitas kapal perikanan dan perhitungannya, kemudian dapat menentukan nilai-nilai ukuran stabilitas kapal (KG, KB, BM, GM dan KM), menghitung trim, menghitung nilai KG setelah kapal melakukan kegiatan bongkar dan muat, mengetahui merkah kambangan (plimsoll mark), menghitung efek permukaan bebas (*free surface effect*), dan melakukan percobaan stabilitas (*the inclining experiment*).

Tujuan

Mata pelajaran Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP) ini bertujuan untuk :

a. Menambah keimanan peserta didik dengan menyadari bahwa mata pelajaran Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan merupakan karunia terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya;
b. Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan bumi dan seisinya yang memungkinkan bagi makhluk hidup untuk tumbuh dan berkembang;
c. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerja sama dengan orang lain;
d. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, ulet, hati-hati, bertanggung jawab, terbuka, kritis, kreatif, inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap ilmiah dalam melakukan pembelajaran tentang Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan ;

e. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan pembelajaran Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan dan melaporkan hasil kegiatan;
f. Mengembangkan pengalaman menggunakan metode ilmiah untuk merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil kegiatan tentang Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan secara lisan dan tertulis;
g. Mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip pada Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan untuk menjelaskan berbagai peristiwa dan menyelesaian masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif;
h. Menguasai konsep dan prinsip Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sebagai bekal kesempatan untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Ruang Lingkup Materi

a. Stabilitas kapal dan perhitungannya, meliputi :
    1) Titik-titik penting pada stabilitas kapal
    2) Macam-macam stabilitas kapal
    3) Stabilitas kapal positif langsar/tender dan stabilitas positif kaku/stiff
    4) Ukuran stabilitas kapal
    5) Momen penegak (Righting moment)
    6) Lengan penegak (Righting arm)

i. Perhitungan KG, GM, BM, KB dan KM, meliputi :
    1) Pengertian KG, GM, BM, KB dan KM
    2) Penggunaan kurva dan grafik
    3) Perhitungan menentukan KG, GM, BM, KB dan KM

j. Keseimbangan kapal dan dampaknya, meliputi :
   1) Trim
   2) Sagging
   3) Hogging
   4) Kekuatan perlengkapan stabilitas
k. Stabilitas kapal saat bongkar muat, meliputi :
   1) Menentukan titik berat kapal dengan dalil momen
   2) Menentukan jumlah muatan yang dimuat saat bongkar muat
   3) Menentukan jumlah muatan yang dibongkar saat bongkar muat
   4) Menentukan titik berat kapal akhir
   5) Menentukan tinggi metasentris kapal
l. Penggunaan plimsoll mark
m. Melakukan percobaan stabilitas kapal
n. Menghitung dampak permukaan bebas
   o.

Prinsip Belajar, Pembelajaran, dan Penilaian

Prinsip-prinsip Belajar yaitu :

a. Berfokus pada peserta didik (*student center learning*),
p. Peningkatan kompetensi seimbang antara pengetahuan, ketrampilan dan sikap
q. Kompetensi didukung empat pilar yaitu : inovatif, kreatif, afektif dan produktif

Pembelajaran meliputi :

a. Mengamati (melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak)
r. Menanya (mengajukan pertanyaan dari yang faktual sampai ke yang bersifat hipotesis
s. Pengumpulan data (menentukan data yang diperlukan, menentukan sumber data, mengumpulkan data

t. Mengasosiasi (menganalisis data, menyimpulkan dari hasil analisis data)
u. Mengkomunikasikan (menyampaikan hasil konseptualisasi dalam bentuk lisan, tulisan diagram, bagan, gambar atau media)

Penilaian/asesmen meliputi :

a. Penilaian dilakukan berbasis kompetensi,
v. Peniaian tidak hanya mengukur kompetensi dasar tetapi juga kompetensi inti dan standar kompetensi lulusan.
w. Mendorong pemanfaatan portofolio yang dibuat peserta didik sebagai instrumen utama penilaian kinerja peserta didik pada pembelajaran di sekolah dan industri.

Penilaian dalam pembelajaran Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP) dapat dilakukan secara terpadu dengan proses pembelajaran. Aspek penilaian pembelajaan pada Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP) meliputi hasil belajar dan proses belajar peserta didik. Penilaian dapat dilakukan dengan menggunakan tes tertulis, observasi, tes praktik, penugasan, tes lisan, portofolio, jurnal, inventori, penilaian diri, dan penilaian antar teman. Pengumpulan data penilaian selama proses pembelajaran melalui observasi juga penting untuk dilakukan. Data aspek afektif seperti sikap ilmiah, minat, dan motivasi belajar dapat diperoleh dengan observasi, penilaian diri, dan penilaian antar teman.

B. Prasyarat

Kemampuan awal yang diperlukan untuk mempelajari modul ini adalah siswa telah mempelajari bangunan kapal perikanan yang telah diberikan dan harus dikuasasi pada semester satu kelas X (sepuluh) tentang kapal, daya apung dan daya tenggelam serta teori-teori keseimbangan, selain itu supaya siswa dapat dengan mudah memahami dan menerapkan prinsip-prinsip tentang Bangunan dan Stabilitas secara umum dan Menghitung Stabilitas Kapal secara khusus dalam

pekerjaan dan kehidupannya sehari-hari sebagai awak kapal. Hal ini dikarenakan pada modul ini adalah meneruskan daripada kompetensi sebelumnya yaitu menerapkan bangunan kapal perikanan.

C. Petunjuk Penggunaan

Petunjuk dalam menggunakan modul ini akan diberikan untuk siswa itu sendiri dan sejauhmana peran guru sebagai fasilitator. Hal tersebut dapat diuraikan sebagai berikut ;

1. Petunjuk untuk siswa

a. Bacalah modul ini secara berurutan dari kata pengantar sampai dengan cek kemampuan anda, kemudian pahami benar semua isi dalam setiap babnya ;

x. Kerjakan cek kemampuan yang telah tersedia, apakah anda termasuk dalam katagori siswa yang perlu mempelajari modul ini ? Apabila anda menjawab "ya", maka anda harus mempelajari secara seksama modul yang anda pegang ini. Begitupun sebaliknya, apabila anda sudah menguasai cek kemampuan yang anda kerjakan berarti anda sudah kompetensi pada modul ini ;

y. Laksanakan semua tugas - tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi anda dapat berkembang sesuai dengan standar yang diharapkan ;

z. Buatlah rencana belajar anda dengan menggunakan format seperti yang ada dalam bab dua modul, kemudian konsultasikan dengan guru sampai dengan mendapat persetujuan pembelajaran ;

aa. Lakukan kegiatan belajar untuk mendapatkan kompetensi sesuai dengan rencana pembelajaran yang telah anda susun dan disetujui oleh guru mata pelajaran ;

bb. Setiap mempelajari satu kompetensi, anda harus mulai dari menguasai uraian materi, kemudian melaksanakan tugas-tugas, dan mengerjakan lembar kerja siswa ;

cc. Dalam mengerjakan lembar kerja siswa, anda diusahakan tidak melihat kunci jawaban (jika ada) sebelum anda menyelesaikan latihan soal tersebut;

dd. Kerjakan lembar kerja siswa untuk pembentukan psikomotorik skill, sampai anda benar-benar terampil dan menguasai sesuai dengan standar.

ee. Apabila anda mengalami kesulitan dalam mengerjakan semua soal yang ada dalam modul, maka diwajibkan untuk segera berkonsultasi dengan guru mata pelajaran yang bersangkutan.

2. Petunjuk untuk guru

Selanjutnya untuk susksesnya proses pembelajaran dan pencapaian kompetensi siswa, kepada rekan guru diharapkan untuk :

a. Membantu siswa dalam merencenakan proses belajar ;

ff. Membimbing siswa dalam mengerjakan tugas yang ada dalam modul ini ;

gg. Membantu siswa dalam mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan;

hh. Mengorganisasikan kelompok belajar siswa jika diperlukan ;

ii. Melaksanakan penilaian terhadap semua kegiatan yang telah dikerjakan oleh siswa dalam modul ini ;

jj. Mencatat pencapaian kemajuan siswa.

Secara keseluruhan dapat diuraiakan bahwa isi dan urutan dari modul ini disiapkan untuk materi diklat pada program peningkatan kompetensi yang mengacu kepada kebutuhan kompetensi industri di bidang keahlian Kelautan dan Perikanan dengan program studi keahlian : Teknologi Penangkapan Ikan (TPI) dan Pelayaran. Modul ini berisi 4 (empat) kegiatan belajar tentang Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan.

Setiap percobaan berisi lembar informasi sebagai dasar teori penunjang praktek dan lembar kerja serta langkah kerja dan diakhiri dengan lembar evaluasi dan referensi yang digunakan/disarankan. Dalam pelaksanaannya, semua urutan langkah kerja pada setiap topik kegiatan pembelajaran adalah *individual learning* yang harus dilakukan oleh praktikan/peserta didik, pembimbing memeriksa setiap langkah kerja yang dilakukan oleh praktikan dengan cara membubuhkan paraf pembimbing untuk setiap langkah kerja yang sudah dilakukan oleh praktikan. Laporkan setiap hasil percobaan praktek kepada pembimbing bila operasi rangkaian praktek telah sesuai dengan instruksi/kesimpulan sesuai dengan modul. Agar diperoleh hasil yang diinginkan pada peningkatan kompetensi, maka tata cara belajar bagi peserta didik adalah mengikuti langkah-langkah belajar seperti yang diinstruksikan dan mempersiapkan perlengkapan-perlengkapan yang dibutuhkan sesuai dengan petunjuk modul ini.

Adapun peran guru antara lain **:**

a. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar, memahami konsep dan praktik baru serta membantu siswa dalam mengakses sumber belajar.

kk. Menjawab pertanyaan peserta didik .

ll. Merencanakan proses penilaian dan melaksanakan penilaian peserta didik.

mm. Menjelaskan kepada peserta didik tentang sikap pengetahuan dan keterampilan dari suatu kompetensi yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran serta mencatat pencapaian kemajuan siswa.

Setiap percobaan berisi lembar informasi sebagai dasar teori penunjang praktek dan lembar kerja serta langkah kerja dan diakhiri dengan lembar evaluasi dan referensi yang digunakan/disarankan. Dalam pelaksanaannya semua urutan langkah kerja pada setiap topik kegiatan pembelajaran adalah *individual learning* yang harus dilakukan oleh peserta, pembimbing memeriksa setiap langkah kerja dengan cara membubuhkan paraf pembimbing untuk

setiap langkah kerja yang sudah dilakukan oleh praktikan. Laporkan setiap hasil percobaan praktek kepada pembimbing bila operasi rangkaian praktek telah sesuai dengan instruksi/kesimpulan sesuai dengan modul.

D. Tujuan Akhir

Modul ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta didik untuk mengarah kepada standar kompetensi tentang pelayaran kapal perikanan. Anda dapat dinyatakan telah berhasil menyelesaikan modul ini, jika anda telah mengejakan seluruh isi dari modul ini termasuk latihan teori dan praktik dengan benar juga telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 80.

Setelah selesai mempelajari materi ini, maka siswa diharapkan dapat : memahami, mengoperasikan, menggunakan dan mengaplikasikan Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP) pada saat di laut.

Secara terinci bahwa setelah mempelajari modul ini, diharapkan siswa dapat menguasai secara kompetensi hal-hal sebagai berikut ;

1. Menjelaskan pengertian stabilitas kapal dan perhitungannya ;
2. Menjelaskan dan menggambar titik-titik penting pada stabilitas kapal ;
3. Menjelaskan hubungan antara titik-titik penting pada stabilitas kapal;
4. Menjelaskan macam-macam stabilitas kapal ;
5. Mengidentifikasi stabilitas kapal positif langsar/tender dan stabilitas positif kaku/stiff dengan menggunakan gambar atau ilustrasi ;
6. Menentukan ukuran stabilitas kapal ;
7. Menjelaskan dan menggambarkan momen penegak (*Righting moment*) pada saat kapal oleng ;
8. Menghitung momen penegak (*Righting moment*) sebuah kapal ;
9. Menjelaskan dan menggambarkan lengan penegak (*Righting arm*) ;
10. Menghitung lengan penegak (*Righting arm*) pada sebuah kapal saat oleng ;

11. Menghitung nilai titik berat kapal (KG) ;
12. Menjelaskan hukum pergeseran muatan pada stabilitas kapal dengan menentukan rumusnya ;
13. Menghitung nilai tinggi metasentris kapal (GM) ;
14. Menghitung jari-jari metasentris kapal (BM) ;
15. Mengitung tinggi titik apung dari lunas kapal (KB) ;
16. Menentukan perhitungan nilai jarak antara lunas kapal dengan titik metasentirs kapal (KM) ;
17. Menjelaskan macam-macam koefisien yang ada pada stabilitas kapal dari berbagai bentuk bagian bawah kapal ;
18. Menggunakan dan membaca kurva hidrostatis ;
19. Menjelaskan pengertian trim ;
20. Menjelaskana stabilitas kapal saat bongkar muat ;
21. Menentukan titik berat kapal (KG) saat kegiatan bongkar muat dengan dalil momen ;
22. Menentukan jumlah muatan yang dimuat saat bongkar muat ;
23. Menentukan jumlah muatan yang dibongkar saat bongkar muat ;
24. Menentukan titik berat kapal akhir pada saat kegiatan bongkar muat;
25. Menentukan tinggi metasentris kapal akhir setelah kegiatan bongkar muat ;
26. Menentukan titik berat kapal muatan yang dibongkar pada saat kegiatan bongkar muat ;
27. Menentukan titik berat kapal muatan yang dimuat pada saat kegiatan bongkar muat ;
28. Penggunaan plimsoll mark ;
29. Melakukan percobaan stabilitas kapal ;
30. Menghitung dampak permukaan bebas.

E. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar

BIDANG KEAHLIAN : PERIKANAN DAN KELAUTAN (PK)

PROGRAM KEAHLIAN : TEKNOLOGI PENANGKAPAN IKAN (TPI)

PAKET KEAHLIAN : NAUTIKA KAPAL PENANGKAP IKAN (NKPI)

MATA PELAJARAN : BANGUNAN DAN STABILITAS KAPAL PERIKANAN

KELAS : X (SEPULUH)

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.1 Meyakini anugerah Tuhan pada pembelajaran bangunan dan stabilitas kapal perikanan sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil dari pembelajaran bangunan dan stabilitas kapal perikanan 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil pembelajaran bangunan dan stabilitas kapal perikanan 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan workshop/bengkel praktek sebagai hasil dari pembelajaran bangunan dan stabilitas kapal perikanan 2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggungjawab sebagai hasil dari pembelajaran bangunan dan stabilitas kapal perikanan
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan,	3.1 Menganalisis prinsip-prinsip dasar bangunan kapal perikanan 3.2 Menganalisis stabilitas kapal perikanan

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1 Melaksanakan prinsip-prinsip dasar bangunan kapal perikanan. 4.2 Melaksanakan prinsip-prinsip stabilitas kapal perikanan

F. Cek Kemampuan

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas terlebih dahulu, sebelum Anda mempelajari buku teks ini. Apabila semua jawaban Anda “Ya”, berarti anda tidak perlu lagi mempelajari buku teks ini. Apabila ada jawaban anda yang “Tidak”, maka Anda harus kembali mempelajari buku teks ini secara berurutan tahap demi tahap.

1. Dapatkah anda menjelaskan apa yang dimaksud dengan stabilitas kapal atau keseimbangan kapal ? (YA / TIDAK)
2. Dapatkah anda menjelaskan secara garis besar titik-titik penting yang ada pada stabilitas kapal dengan menggunakan gambar ? (YA / TIDAK)
3. Dapatkah anda menjelaskan apa yang dimaksud dengan stabilitas positif, negative dan netral. Dapatkah penjelasan anda dengan menggunakan ilustrasi gambar ? (YA / TIDAK)
4. Dapatkah anda menjelaskan apa yang dimaksud dengan stabilitas langsar/tender dan stabilitas kaku/stiff ? Dapatkah anda menjelaskan dengan menggunakan ilsutrasi atau gambar ? (YA / TIDAK)

5. Dapatkah anda menyebutkan rumus-rumus pada stabilitas kapal ? (YA / TIDAK)
6. Dapatkan anda menentukan titik berat kapal (KG) dengan menggunakan dalil momen ? (YA / TIDAK)
7. Dapatkah anda menentukan tinggi metasentris kapal saat sesudah kegiatan bongkar muat ! (YA / TIDAK)
8. Dapatkah anda menghitung titik berat kapal akhir setelah kegiatan bongkar dan muat ? (YA / TIDAK)
9. Dapatkah anda menentukan nilai banyaknya muatan yang harus dimuat pada saat kegiatan bongkar muat ? (YA / TIDAK)
10. Dapatkah anda menentukan nilai banyaknya muatan yang harus dibongkar saat kegiatan bongkar dan muat ? (YA / TIDAK)
11. Dapatkah anda menjelaskan tentang trim ? (YA / TIDAK)
12. Dapatkah anda menjelaskan hukum geser pada stabilitas kapal ? (YA / TIDAK)
13. Dapatkah anda menentukan nilai KG, jika diketahui KM dan GM ?(YA / TIDAK)
14. Dapatkah anda menentukan nilai GM, jika diketahui KM dan KG ? (YA / TIDAK)
15. Dapatkah anda menjelaskan dampak/efek permukaan bebas (YA / TIDAK)
16. Dapatkah anda melakukan percobaan stabilitas kapal ? (YA / TIDAK)

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Stabilitas kapal dan perhitungan KG, BM dan KM

A. Deskripsi

Sebagaimana telah diuraikan di atas bahwa modul ini hanya sebagian dari sumber belajar yang dapat anda pelajari untuk menguasai materi Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP). Adapun dalam pengembangan kompetensi lebih luas lagi maka anda lebih baik perlu banyak latihan lagi dari sumber-sumber belajar yang saling berkaitan dengan materi ini.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 1 ini, maka diharapkan peserta didik akan dapat :

a. Menjelaskan pengertian stabilitas kapal.
b. Menjelaskan titik-titik penting pada stabilitas kapal.
c. Mengidentifikasi macam-macam stabilitas kapal berdasarkan titik-titik penting tersebut.
d. Membedakan stabilitas kapal langsar/tender dan kapal kaku/stiff.
e. Membuat formula atau rumus hubungan antara titik-titik penting pada stabilitas kapal.
f. Menjelaskan dan menghitung titik berat kapal (KG) dengan dalil momen ;
g. Menjelaskan dan menghitung tinggi metasentris kapal (GM).
h. Menjelaskan dan menghitung jari-jari metasentris kapal (BM).

2. Uraian Materi

a. Definisi dan titik-titik penting pada stabilitas kapal

Stabilitas adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat senget (kemiringan) yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar (Rubianto, 1996). Sama dengan pendapat Wakidjo (1972), bahwa stabilitas merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget oleh karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya. Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu :

1) Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan
2) Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai.

Oleh karena itu, maka stabilitas erat hubungannya dengan bentuk kapal, muatan, *draft*, dan ukuran dari nilai GM. Posisi M hampir tetap sesuai dengan *style* kapal, pusat buoyancy B digerakkan oleh draft sedangkan pusat gravitasi bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M adalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal melebar maka posisi M bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh terhadap stabilitas. Kaitannya dengan bentuk dan ukuran, maka dalam menghitung stabilitas kapal sangat tergantung dari beberapa ukuran pokok yang berkaitan dengan dimensi pokok kapal. Ukuran-ukuran pokok yang menjadi dasar dari pengukuran kapal adalah panjang (*length*), lebar (*breadth*), tinggi (*depth*) serta sarat (*draft*). Sedangkan untuk panjang di dalam pengukuran kapal dikenal beberapa istilah seperti LOA (*Length Over All*), LBP (*Length Between Perpendicular*) dan LWL (*Length Water Line*).

Kegiatan mengamati .

1. Buatlah teman-teman sekelas menjadi beberapa kelompok!
2. Tiap-tiap kelompok mencari informasi seperti yang tercantum pada tabel di bawah ini! (Dari internet, wawancara dengan pihak industri, dari bahan ajar lain)

Bisa dicoba dicari tentang materi seperti yang ada di bawah ini.

Tabel 1. Pembagian Tugas Kelompok: Stabilitas kapal

NAMA KELOMPOK	MATERI
KELOMPOK 1	Tentang titik-titik dalam stabilitas kapal
KELOMPOK 2	Tentang momen penegak
KELOMPOK 3	Tentang segitiga stabilitas
KELOMPOK 4	Tentang kurva statistik stabilitas
KELOMPOK 5	Tentang sifat dan indikator kapal kaku
KELOMPOK 6	Tentang ukuran dalam stabilitas

Sudahkah tiap-tiap kelompok mencari materi seperti tabel di atas? Kalau sudah mari kita lanjutkan kegiatan bertanya, yaitu kegiatan untuk mencari tahu tentang fakta dan menganalisis mengapa harus dilakukan seperti itu!.

Kegiatan menanya.

Diskusikanlah informasi yang didapat dengan teman sekolompok anda!
Ingat…kegiatan diskusi dibiasakan diawali dengan doa, harus tertib, semua siswa aktif, tanggungjawab dan kerjasama

Setelah masing-masing kelompok mencari data dan mendiskusikan tentang informasi yang didapat, maka sekarang bandingkanlah dengan data yang ada di buku ini!

Kegiatan mengumpulkan data/informasi.

Kumpulkanlah data dan hasil dari diskusi kelompok anda dengan membandingkan dari data di buku ini!

Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal yaitu :

1) Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
2) Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.
3) *Operating load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar.

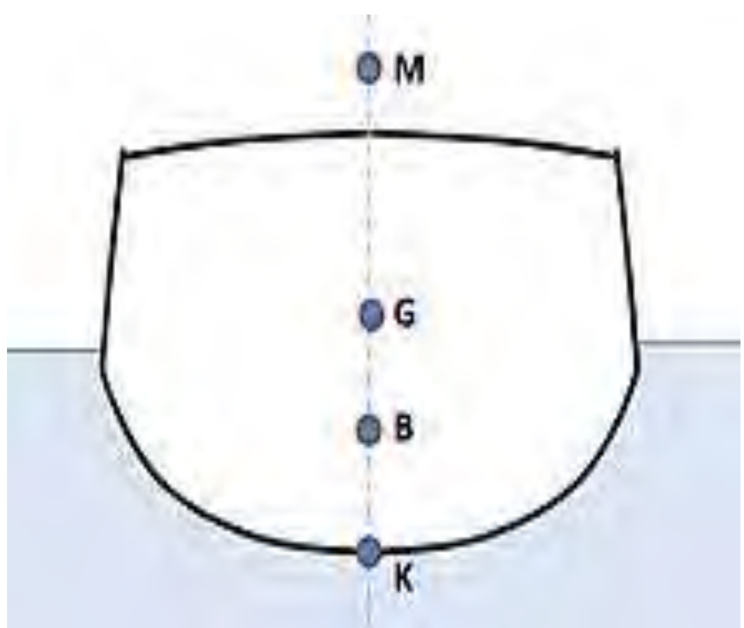
   Displ = LD + OL + Muatan

   DWT = OL + Muatan

Dilihat dari sifatnya, stabilitas atau keseimbangan kapal dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu (1) stabilitas statis dan (2) stabilitas dinamis. Stabilitas statis diperuntukkan bagi kapal dalam keadaan diam dan terdiri dari stabilitas melintang dan membujur. *Stabilitas melintang* adalah kemampuan kapal untuk tegak sewaktu mengalami senget dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya, sedangkan *stabilitas membujur* adalah kemampuan kapal untuk kembali ke kedudukan semula setelah mengalami senget dalam arah yang

membujur oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya. Stabilitas melintang kapal dapat dibagi menjadi sudut senget kecil (0^o-15^o) dan sudut senget besar (>15^o). Akan tetapi untuk stabilitas awal pada umumnya diperhitungkan hanya hingga 15^o dan pada pembahasan stabilitas melintang saja. Sedangkan stabilitas dinamis diperuntukkan bagi kapal-kapal yang sedang oleng atau mengangguk ataupun saat menyenget besar. Pada umumnya kapal hanya menyenget kecil saja, jadi senget yang besar, misalnya melebihi 20^o bukanlah hal yang biasa dialami. Senget-senget besar ini disebabkan oleh beberapa keadaan umpamanya badai atau oleng besar ataupun gaya dari dalam antara lain GM yang negatif. Dalam teori stabilitas dikenal juga istilah stabilitas awal yaitu stabilitas kapal pada senget kecil (antara 0^o–15^o).

Menurut Hind (1967), titik-titik penting dalam stabilitas antara lain adalah titik berat (G), titik apung (B) dan titik M. Oleh karena itu, pada stabilitas awal ditentukan oleh 3 buah titik-titik penting dalam stabilitas kapal adalah titik berat (G) atau *center of gravity* (COG), titik apung (B) atau *center of buoyancy* (COB) dan titik M *center of metacentrum* (COM). Lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. Titik-titik penting dalam stabilitas kapal

M - Metacenter

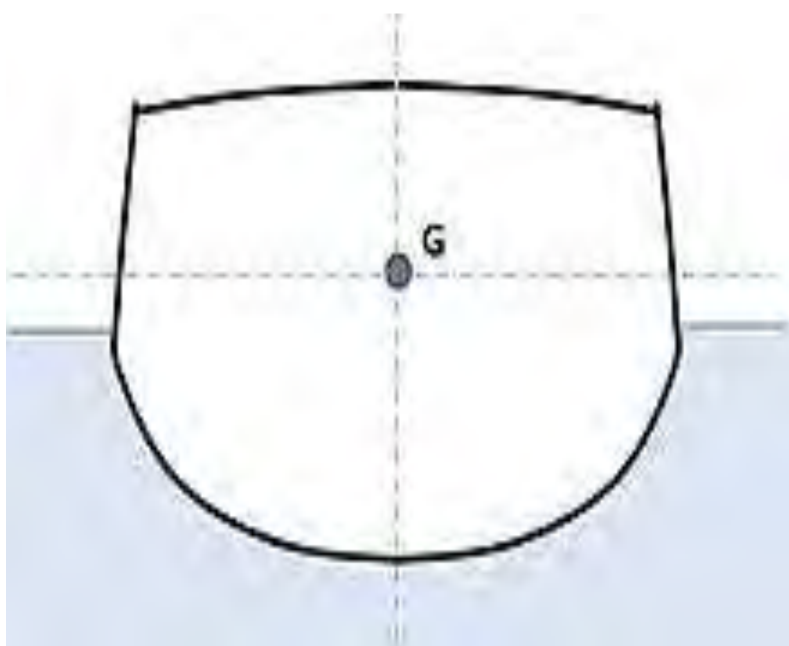
G – Titik berat (*Centre of Gravity*)

B – Titik apung (*Centre of Buoyancy*)

K – Lunas (Keel)

1) Titik berat kapal (*Centre of Gravity*)

   Titik berat kapal (*center of gravity*) dikenal dengan titik G dari sebuah kapal adalah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G-nya. Secara definisi, titik berat (G) adalah titik tangkap dari semua gaya–gaya yang bekerja ke bawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa letak titik G tergantung daripada pembagian berat di kapal. Jadi selama tidak ada berat yang di geser/ditambah/dikurangi, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk/trim (Gambar 1.2).



Gambar 2. Titik berat kapal (COG)

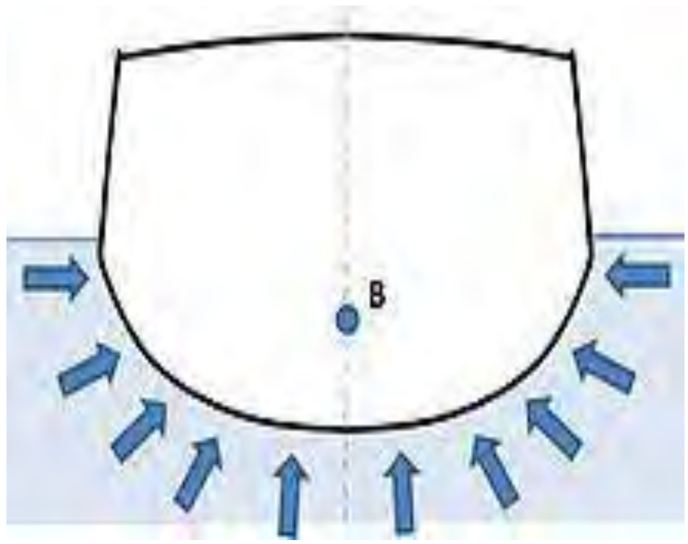
Titik berat kapal (*Center of gravity*/COG) adalah sebuah titik di kapal yang merupakan titik tangkap dari resultante semua gaya berat yang bekerja di kapal itu dan dipengaruhi oleh konstruksi kapal. Arah bekerjanya gaya berat kapal tersebut adalah tegak lurus ke bawah. Selanjutnya letak / kedudukan titik berat kapal dari suatu kapal yang tegak terletak pada bidang simetris kapal yaitu bidang yang dibuat melalui linggi depan linggi belakang dan lunas kapal. Sifat dari letak / kedudukan titik berat kapal akan tetap bila tidak terdapat penambahan, pengurangan, atau penggeseran bobot di atas kapal dan akan berpindah tempatnya bila terdapat penambahan, pengurangan atau penggeseran bobot di kapal itu dengan ketentuan sebagai berikut :

a) Bila ada penambahan bobot, maka titik berat kapal akan berpindah ke arah / searah dan sejajar dengan titik berat bobot yang dimuat.
b) Bila ada pengurangan bobot, maka titik berat kapal akan berpindah ke arah yang berlawanan dan titik berat bobot yang dibongkar.
c) Bila ada penggeseran bobot, maka titik berat sebuah kapal akan berpindah searah dan sejajar dengan titik berat dari bobot yang digeserkan.

2) Titik Apung kapal (*Centre of Buoyancy*)

Titik apung (*center of buoyancy*) dikenal dengan titik B dari sebuah kapal adalah merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget. Letak titik B tergantung dari besarnya senget kapal (bila senget berubah maka letak titik B akan

berubah / berpindah. Bila kapal menyenget titik B akan berpindah kesisi yang rendah (Gambar 1.3).



Gambar 3. Titik apung kapal (COB)

Titik tekan/Titik apung = *Centre of buoyancy* (COB) sebuah titik di kapal yang merupakan titik tangkap dari resultante semua gaya-gaya tekanan ke atas air yang bekerja pada bagian kapal yang terbenam di dalam air. Arah bekerjanya gaya tekan adalah tegak lurus ke atas dan Kedudukan titik tekan sebuah kapal senantiasa berpindah pindah searah dengan menyengetnya kapal, maksudnya bahwa kedudukan titik tekan itu akan berpindah ke arah kanan apabila kapal menyenget ke kanan dan akan berpindah ke kiri apabila kapal menyenget ke kiri, sebab titik berat bagian kapal yang terbenam berpindah-pindah sesuai dengan arah sengetnya kapal. Jadi dengan berpindah-pindahnya kedudukan titik tekan sebuah kapal sebagai akibat menyengetnya kapal tersebut akan membawa akibat berubah-ubahnya stabilitas kapal tersebut. Titik pusat berat (G) merupakan pusat dari segala gaya berat kapal dengan muatannya yang bekerja vertikal dan arahnya ke pusat bumi, dan merupakan pusat dari massa kapal tersebut. Tinggi dan rendahnya titik G tergantung dari distribusi muatan yang di angkut (DWT) kapal itu. Sedangkan titik B merupakan titik tangkap resultan gaya-gaya yang

menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik B itu sendiri bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal.

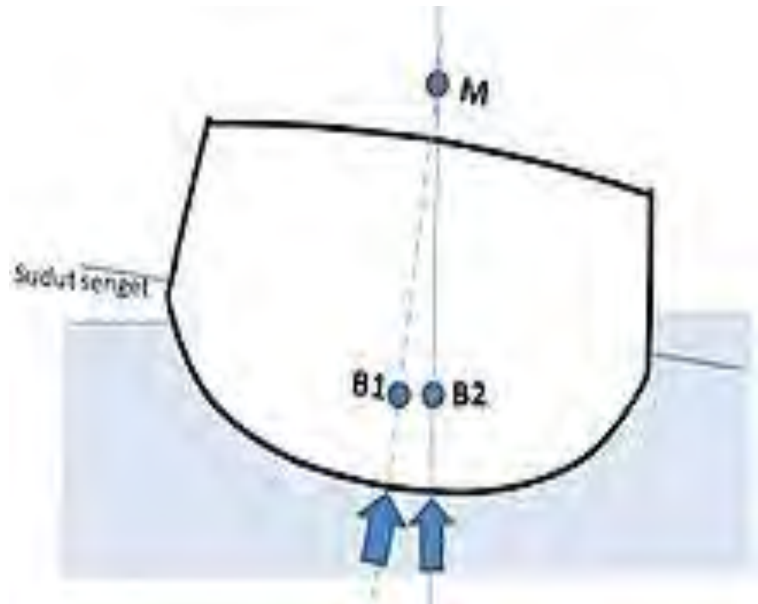
Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah kapal mengalami kemiringan. Letak titik B tergantung dari besarnya kemiringan yang terjadi pada kapal (bila terjadi perubahan sudut kemiringan, maka letak titik B akan berpindah juga). Bila kapal menyenget titik B akan berpindah kesisi yang rendah. Titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget.

Saat kapal bergerak dengan posisi tegak (tidak ada pengaruh gaya luar) maka titik tekan kapal (B) dan titik berat kapal (G) berada pada satu garis vertikal. Sedangkan jika kapal mendapat pengaruh gaya luar, maka titik tekan akan berpindah dari B ke B' yang mengakibatkan gaya berat dan gaya apung akan membentuk kopel sebesar sudut ϴ. kopel inilah yang akan menghasilkan momen oleng (*helling moment*) dan momen bending (*righting moment*). *Helling moment* adalah momen yang bekerja untuk memiringkan kapal, sedangkan *righting momen* adalah momen yang mengembalikan kapal ke posisi atau kedudukan semula.

3) Titik Metasentris (centre of metacentrum)

Titik metasentris atau dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik semu dari batas di mana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar supaya kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentris dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut senget. Apabila kapal senget pada sudut kecil (tidak lebih dari 15^0), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur di mana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (centre of line) dan pada sudut senget yang kecil

ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap (Gambar 1.4).

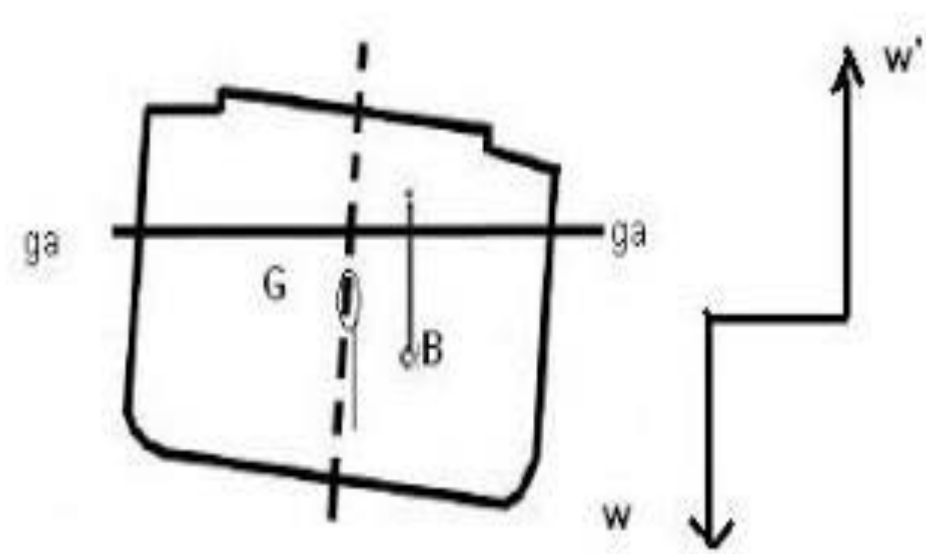


Gambar 4. Titik metasentris kapal (COM)

Titik Metasentrum sebuah kapal adalah sebuah titik di kapal yang merupakan titik putus yang busur ayunannya adalah lintasan yang dilalui oleh titik tekan kapal. Titik Metasentrum sebuah kapal dengan sudut-sudut senget kecil terletak pada perpotomgam garis sumbu dan arah garis gaya tekan ke atas sewaktu kapal menyenget. Sifat dari letak/ kedudukan titik metasentrum untuk sudut-sudut senget kecil kedudukan metasentrum dianggap tetap, sekalipun sebenarnya kedudukan titik itu berubah-ubah sesuai dengan arah dan besarnya sudut senget. Oleh karena itu, perubahan letak yang sangat kecil, maka dianggap tetap. Dengan berpindahnya kedudukan titik tekan sebuah kapal sebagai akibat menyengetnya kapal tersebut akan membawa akibat berubah-ubahnya kemampuan kapal untuk menegak kembali. Besar kecilnya kemampuan sesuatu kapal untuk menegak kembali merupakan ukuran besar kecilnya stabilitas kapal itu. Jadi dengan berpindah-pindahnya kedudukan titik

tekan sebuah kapal sebagai akibat dari menyengetnya kapal tersebut akan membawa akibat pada stabilitas kapal tersebut berubah-ubah dalam setiap waktu.

Dengan berpindahnya kedudukan titik tekan B dari kedudukannya semula yang tegak lurus di bawah titik berat G itu akan menyebabkan terjadinya sepasang koppel, yakni dua gaya yang sama besarnya tetapi dengan arah yang berlawanan, yang satu merupakan gaya berat kapal itu sendiri sedang yang lainnya adalah gaya tekanan keatas yang merupakan resultante gaya tekanan keatas yang bekerja pada bagian kapal yang berada di dalam air yang titk tangkapnya adalah titik tekan. Dengan terbentuknya sepasang koppel tersebut akan terjadi momen yang besarnya sama dengan berat kapal dikalikan jarak antara gaya berat kapal dan gaya tekanan ke atas. Untuk memperoleh keterangan yang lebih jelas, harap perhatikan gambar di bawah ini



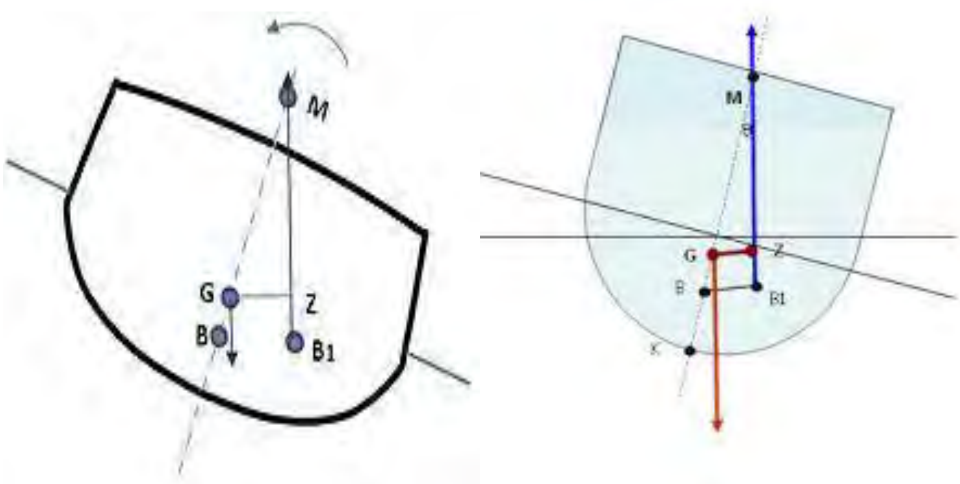
Gambar 5. Kedudukan titk G, B, M, sebuah kapal

b. Macam-macam keadaan stabilitas kapal

Setelah mengetahui titik penting pada stabilitas kapal, maka ditinjau dari hubungan-hubungan yang ada antara kedudukan titik berat (G) dan Metasentrumnya (M), maka Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu Stabilitas Positif (*stable equilibrium*), stabilitas Netral (*Neutral equilibrium*) dan stabilitas Negatif (*Unstable equilibrium*).

1) Stabilitas mantap atau stabilitas positif (*Stable Equilibrium*)

   Keadaan stabilitas kapal yang demikian ini apabila kedudukan titik G lebih rendah dari pada kedudukan metasentrumnya (titik M), sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu kapal menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali. Seningga apabila titik metacenter berada di atas titik grafitasi kalau kapal senget atan membentuk lengan penegak, yang mendorong kapal tegak kembali (Lihat Gambar 1.6. di bawah ini).

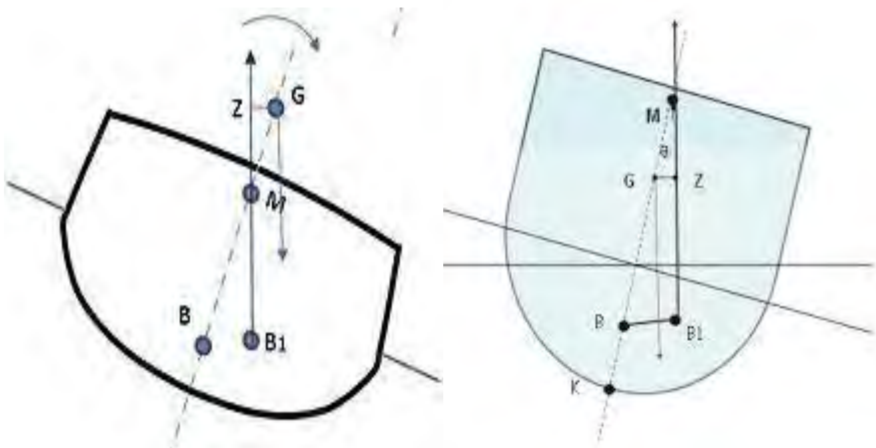


Gambar 6. Stabilitas kapal mantap/positif

2) Stabilitas goyah atau stabilitas negatif (*Unstable Equilibrium*)

   Keadaan stabilitas kapal yang demikian ini apabila kedudukan titik G lebih tinggi dari pada kedudukan metasentrumnya (titik M), sehingga

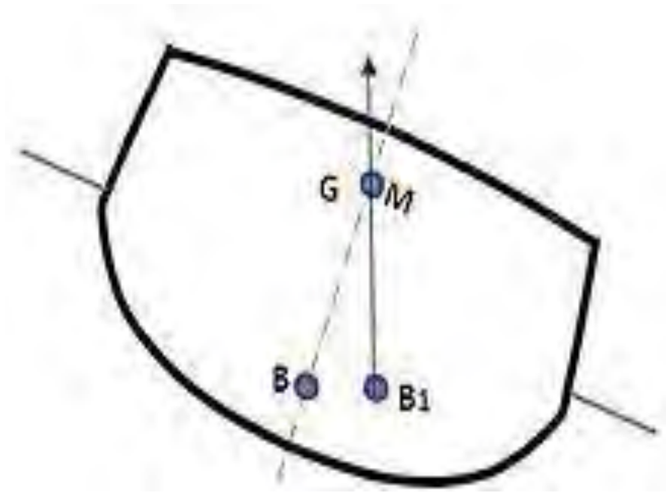
sebuah kapal yang memiliki stabilitas goyah atau negatif sewaktu kapal menyenget kapal tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, tetapi bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar (lihat gambar 1.7. di bawah ini)



Gambar 7. Stabilitas kapal negatif/goyah

3) Stabilitas netral (*Neutral Equilibrium*)

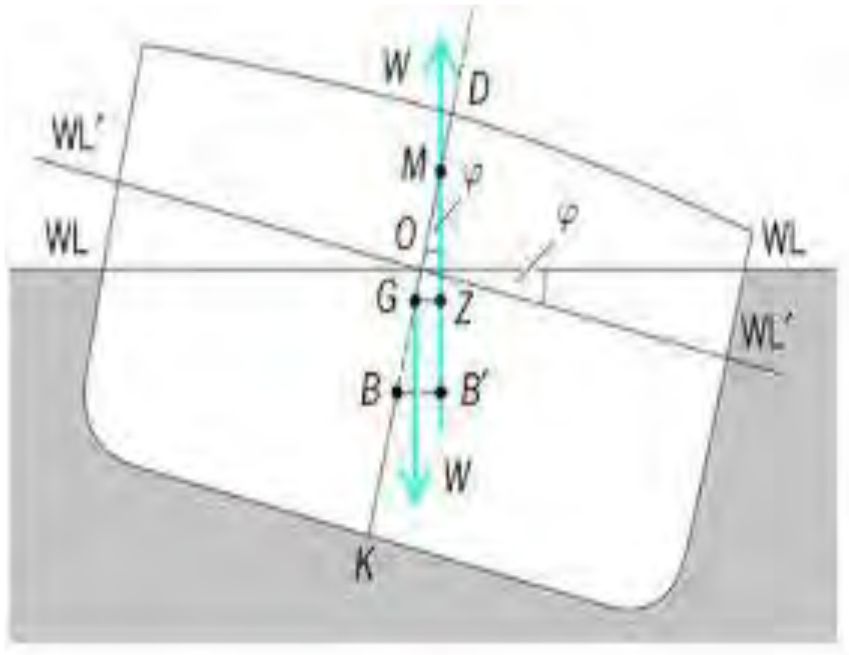
Sebuah kapal mempunyai stabilitas netral apabila kedudukan titik berat G berimpit dengan kedudukan titik M (Metasentrum). Oleh karena jarak antara kedua gaya yang membentuk sepasang koppel itu sama dengan nol, maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahwa kapal tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget (lihat gambar 1.8. di bawah ini).



Gambar 8. Stabilitas netral

Kapal dalam kondisi stabilitas netral, apabila kedudukan titik beratnya berimpit dengan kedudukan metasentrumnya. Sebuah kapal yang memiliki stabilitas netral ini sewaktu menyenget, kapal tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali demikian pula tidak bertambah menyenget lagi. Perbedaan terhadap jenis stabilitas sebagaimana tersebut di atas hanya berlaku didalam hal stabilitas awal saja. Mengapa demikian, sebab sudah jelas bahwa kapal yang menyenget dengan sudut sudut yang besar, pada akhirnya kapal akan menjadi goyah dan terbalik karena ada momen penerus (*heeling moment*).

Syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah kapal agar mempunyai stabilitas yang mantap, yakni apabila titik beratnya (G) kapal terletak lebih rendah dari pada metasentrumnya (M). Stabilitas sebuah kapal akan menjadi semakin kecil, apabila kedudukan titik berat (G) kapal itu semakin mendekati kedudukan metasentrumnya (M), dengan catatan bahwa titik berat (G) itu masih lebih rendah dari pada metasentrumnya (M) (lihat gambar 1.9. di bawah ini).



Gambar 9. Kondisi stabilitas kapal mantap

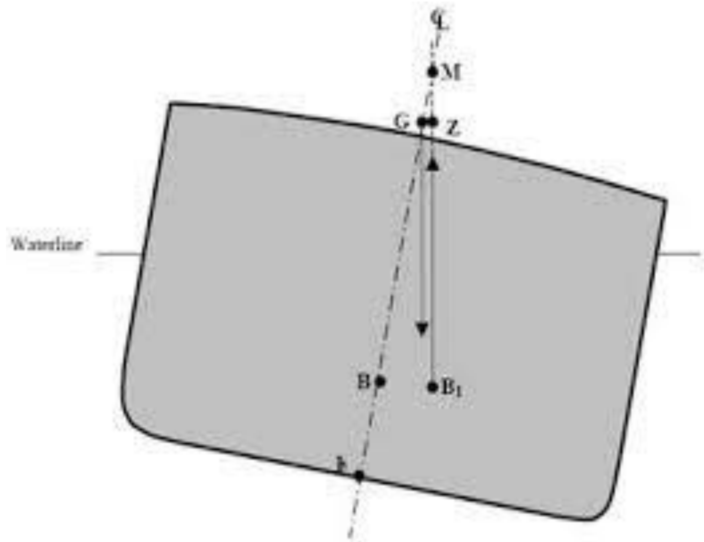
1) Macam-macam stabilitas positif/mantap

   Kecenderungan sebuah kapal untuk dapat mengoleng disebabkan karena kapal mempunyai kemampuan untuk menegak kembali ke posisi semula sewaktu kapal menyenget yang disebabkan adanya pengaruh luar yang bekerja pada kapal. Beberapa contoh pengaruh luar yang dimaksud adalah : arus, ombak, gelombang, angin dan lain sebagainya. Berdasarkan sifat olengnya apakah sebuah kapal mengoleng terlau lamban, ataukah kapal mengoleng dengan cepat atau bahkan terlalu cepat dengan gerakan yang menyentak-nyentak, apakah kapal mengoleng dengan enak, maka di bawah ini akan diberikan pengertian dasar tentang olengan sebuah kapal.

   a) Kapal Langsar/tender

      Kapal langsar/tender adalah kapal dengan stabilitas positif hanya saja tinggi metasentrisnya (GM) terlalu kecil sehingga momen penegaknya terlalu kecil. Sebuah kapal yang mengoleng terlalu lamban, maka hal ini menandakan bahwa kemampuan untuk

menegak kembali sewaktu kapal menyenget adalah terlalu kecil. Kapal yang pada suatu saat mengoleng demikian dikatakan bahwa stabilitas kapal itu kurang atau sering juga disebut bahwa kapal itu “langsar/tender“ (Gambar 1.10).



Gambar 10. Kapal kondisi langsar/tender

Berdasarkan Gambar 1.10 menunjukan bahwa sebuah kapal yang stabilitasnya terlalu kecil atau yang disebut langsar/tender itu untuk keadaan-keadaan tertentu mungkin berakibat fatal, sebab kapal dapat terbalik. Kemungkinan demikian dapat terjadi, oleh karena sewaktu kapal akan menegak kembali pada waktu kapal menyenget tidak dapat berlangsung, hal itu dikarenakan misalnya oleh adanya pengaruh luar yang bekerja pada kapal, sehingga kapal itu akan menyenget lebih besar lagi. Apabila proses semacam itu terjadi secara terus menerus, maka pada suatu saat tertentu kapal sudah tidak memiliki kemampuan lagi untuk menegak kembali. Jelaslah kiranya bahwa apabila hal itu terjadi, maka sudah dapat dipastikan bahwa kapal akan terbalik.

Sebuah kapal yang stabilitasnya kecil atau yang disebut langsar yang disebabkan karena bobot di atas kapal dikonsetrasikan di bagian

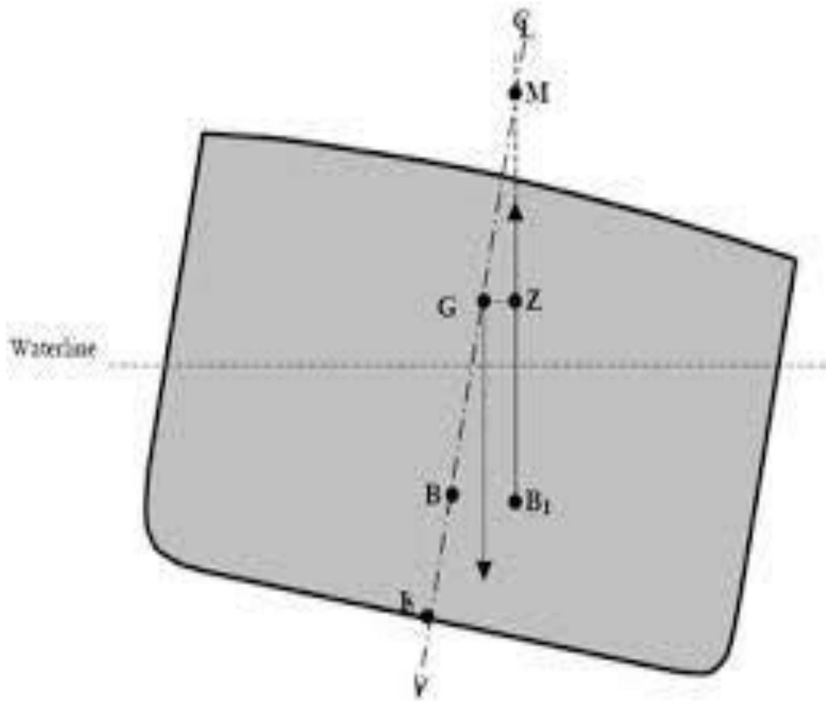
atas kapal. Sebuah kapal dapat bersifat kaku, oleh karena itu pemadatan muatan dikapal itu dilakukan secara tidak benar, yakni bobot-bobot dikonsentrasikan di bawah, sehingga kedudukan titik beratnya terlalu rendah. Secara komprehensif kondisi kapal yang mengalami langsar/tender adalah dapat dilihat pada di bawah ini.

Tabel 2. Sifat, penyebab, kerugian dan cara mengatasi kapal langsar/tender

No	Parameter	Indikator
1.	Sifat	Olengan kapal lambat sekali
2.	Penyebab	Terlalu banyak konsentrasi muatan berat di bagian atas kapal
3.	Kerugian	Dalam keadaan/cuaca buruk kemungkinan kapal akan mengalami terbalik
4.	Cara mengatasi	1. Mengisi penuh tangki-tangki dasar berganda (double bottom). 2. Memindahkan muatan atau bobot dari atas kapal ke bagian bawah kapal. 3. Kedua penanganan di atas bertujuan untuk menurunkan letak titik G agar tinggi metasentris (GM) kapal menjadi lebih besar

b) Kapal kaku/stiff

Sebuah kapal yang mengoleng secara cepat dan dengan menyentak-nyentak, maka hal itu menandakan bahwa kapal kemampuannya untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget adalah terlalu besar atau kelewat besar. Kapal yang dalam keadaan demikian itu dikatakan bahwa stabilitas kapal itu terlalu besar atau seringkali disebut bahwa kapal itu “Kaku “ (Gambar 1.11).



Gambar 11. Kapal keadaan kaku/stiff

Sebuah kapal yang mengoleng dengan "enak", maka hal itu menandakan bahwa kemampuannya untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget adalah sedang. Kapal yang dalam keadaan demikian itu sering kali disebut sebuah kapal yang mempunyai stabilitas yang "baik".

Sebuah kapal dalam kondisi yang kaku/stiff dapat berakibat :

- Kapal "tidak nyaman" sebagai akibat dari berolengnya kapal yang secara cepat dan menyentak-nyentak itu, sehingga mungkin sekali terjadi semua awak kapalnya (terlebih-lebih para penumpang) menjadi mabok, sebab dapat dikatakan bahwa tidak ada satu saatpun kapal itu dalam keadaan "tenang".
- Sebagai akibat dari gerakannya yang menyentak-nyentak dan dengan cepat itu, maka konstruksi kapal di bangunan-bangunan atasnya akan sangat dirugikan, misalnya sambungan antara suku-suku bagian bangunan atas

akan menjadi longgar, sebab paku-paku kelingnya menjadi longgar.

- Akibat lain yang mungkin juga terjadi adalah longsornya muatan yang dipadatkan dalam ruang-ruang di bawah. Longsornya muatan itu dapat membawa akibat yang sangat fatal (kapal dapat terbalik).

Secara komprehensif maka kondisi kapal yang mengalami kaku/stiff adalah dapat dilihat pada di bawah ini.

Tabel 3. Sifat, penyebab, kerugian dan cara mengatasi kapal kaku/stiff

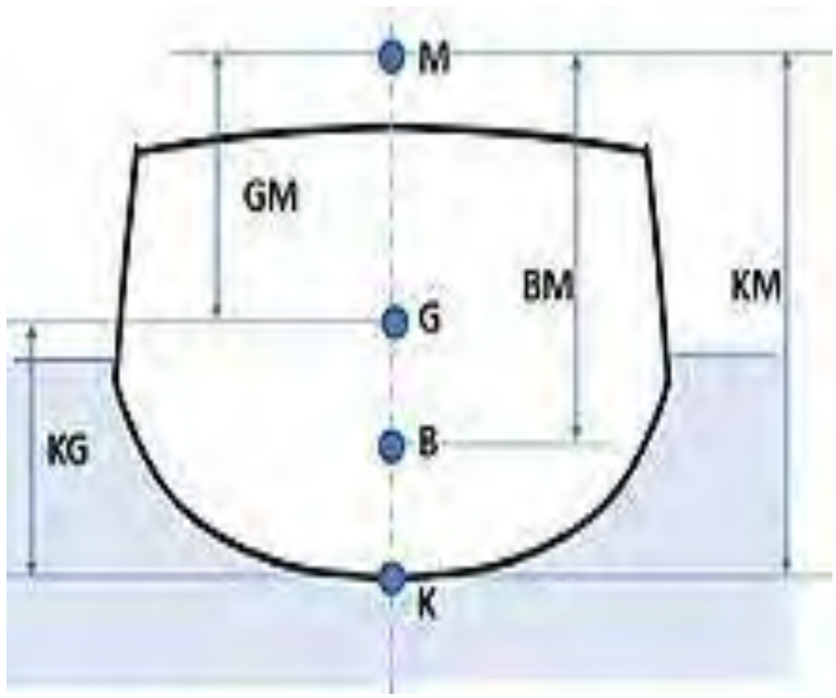
No	Parameter	Indikator
1.	Sifat	Olengan kapal sangat cepat dan menyentak-nyentak
2.	Penyebab	Terlalu banyak konsentrasi muatan berat di bagian bawah kapal
3.	Kerugian	1. Tidak menyenangkan atau tidak nyaman bagi orang-orang yang berada di kapal 2. Dapat merusak kontruksi kapal terutama pada bagian-bagian sambungan
4.	Cara mengatasi	1. Mengosongkan tangki-tangki dasar berganda (*double bottom*). 2. Memindahkan muatan atau bobot dari bawah kapal ke bagian atas kapal. 3. Kedua penanganan di atas bertujuan untuk menaikan letak titik G agar tinggi metasentris (GM) kapal menjadi lebih kecil

Pada pokoknya, stabilitas kapal dapat digolongkan kedalam 2 jenis stabilitas yaitu : (1) Stabilitas kapal dalam arah melintang (sering kali disebut stabilitas melintang) dan (2) Stabilitas kapal dalam arah membujur (sering kali disebut stabilitas membujur). Stabilitas melintang adalah kemampuan kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya. Sedangkan stabilitas membujur adalah kemampuan kapal untuk

menegak kembali sewaktu kapal menyenget dalam arah membujur yang disebabkan oleh adanya factor atau pengaruh dari luar yang bekerja padanya.

2) Ukuran dalam stabilitas

Setelah mengetahui titik-titik dalam stabilitas kapal tersebut, maka dapat diperoleh formula atau rumus yang akan digunakan untuk menentukan nilai-nilai pada titik tersebut (Gambar 1.12).



Gambar 12. Ukuran/formula hubungan titik-titik pada stabilitas kapal

Berdasarkan Gambar 1.12. maka ada beberapa ukuran-ukuran yang digunakan dalam stabilitas kapal seperti ditunjukkan dalam gambar berikut :

a) KM = KG + GM
b) KM = KB + BM
c) KG = KM – GM
d) KB = KM – BM

e) GM = KM – KG
f) BM = KM – KB

a) Titik berat kapal (KG) atau *vertical centre of gravity* (VCG)
   - KG adalah tinggi titik berat ke lunas/jarak/letak titik berat terhadap lunas kapal.
   - Nilai KG dapat diperoleh atau dihitung dengan menggunakan rumus dalil momen.
   - Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut. Selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot dan menghasilkan nilai KG pada saat itu.

     Adapun formula nilai KG tersebut adalah :

$$KG = \frac{\sum \mathbf{M}}{\sum \mathbf{M}}$$

Dimana;

∑M = Jumlah momen (ton)

∑W = jumlah perkalian titik berat dengan bobot benda (meter ton)

KM = adalah tinggi / jarak metacenter dari lunas.

   - KM adalah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung

ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus : KM = KB + BM

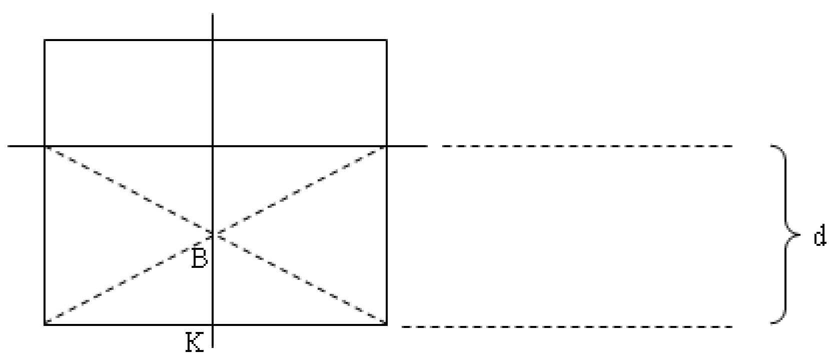
- Diperoleh dari diagram metasentris atau *hydrostatical curve* bagi setiap sarat (draft) saat itu.

b) GM (tinggi metacentris)

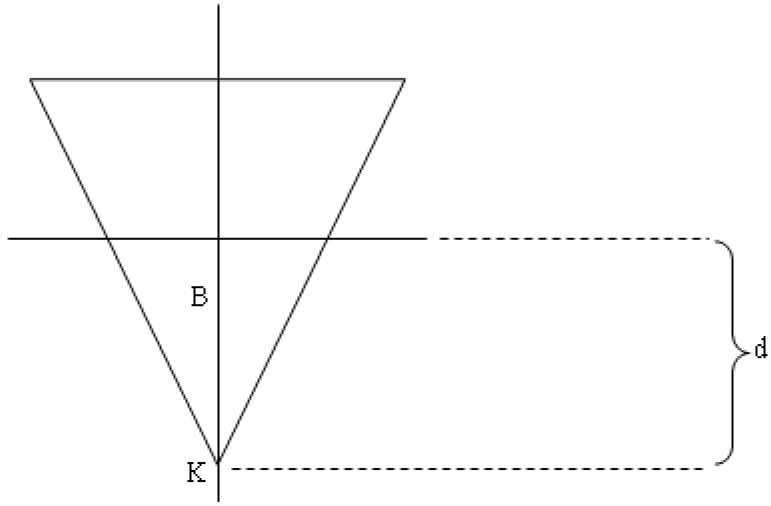
- **GM** adalah tinggi metasentris atau metacentris high (GM) yaitu jarak tegak antara titik G dan titik M. Dari rumus tersebut disebutkan : **GM = KM – KG** dan **GM = (KB + BM) – KG**
- Nilai GM inilah yang menunjukkan keadaan stabilitas awal kapal atau keadaan stabilitas kapal selama pelayaran nanti

c) KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

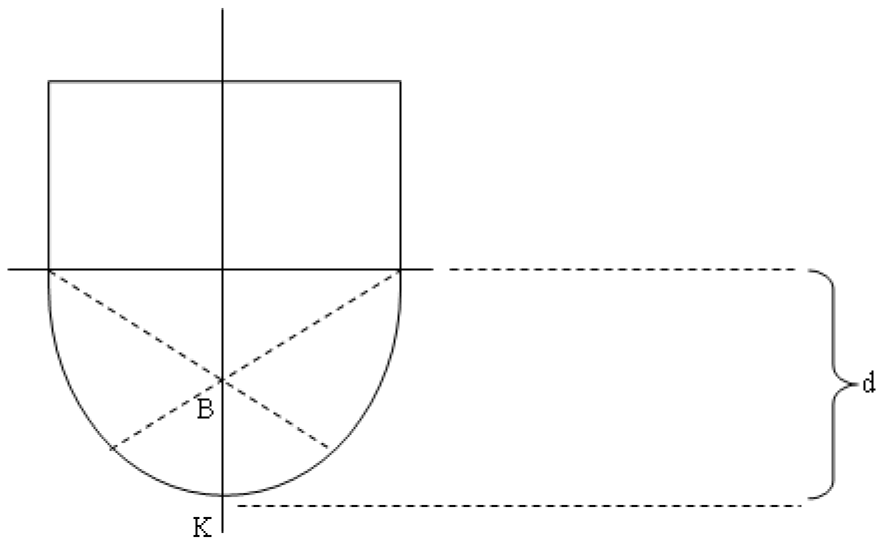
- Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*).
- Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Rubianto, 1996).
- Nilai KB ditentukan berdasarkan bentuk bagian bawah kapalnya, sehingga diperoleh formula sebagai berikut :



Untuk kapal tipe plat bottom, KB = 0,50d



Untuk kapal tipe V bottom, KB = 0,67d



Untuk kapal tipe U bottom, KB = 0,53d rumus ini sangat baik digunakan untuk kapal yang koefisien baloknya cb = 0,70. Dimana d = draft kapal.

- Dari diagram metasentris atau lengkung hidrostatis, di mana nilai KB dapat dicari pada setiap sarat kapal saat itu.

Contoh soal :

a) Kapal bentuk V-bottom mempunyai sarat rata-rata 4,8 meter. Tentukan tinggi titik apung dari lunas (KB).
b) Kapal bentuk U-bottom mempunyai sarat rata-rata 6,4 feet. Tentukan tinggi titik apung dari lunas (KB).
c) Kapal bentuk kasko mempunyai sarat rata-rata 7,4 feet. Tentukan tinggi titik apung dari lunas (KB).
d) Nilai KB pada kapal bentuk V-bottom adalah 8,24 feet. Tentukan sarat rata-rata (d) kapal tersebut.
e) Jarak tinggi titik apung di atas lunas kapal bentuk U-bottom adalah 6,04 feet. Tentukan sarat kapal tersebut.
f) Jarak tinggi titik apung di atas lunas kapal bentuk kasko adalah 15,80 feet. Tentukan sarat kapal tersebut (d).

Jawaban :

a) Kapal bentuk V-bottom dengan rumus :

KB = 0,67 d
= 0,67 x 4,8 m
= 3,22 m

b) Kapal bentuk U-bottom dengan rumus :

KB = 0,53 d
= 0,53 x 6,4 m
= 3,39 m

c) Kapal bentuk kasko/kotak dengan rumus :

KB = 0,50 d
= 0,50 x 7,4 m
= 3,70 m

d) Kapal bentuk V-bottom dengan rumus :

KB = 0,67 d
8,24 = 0,67 d
D = 8,24 feet : 0,67 = 12,3 feet

e) Kapal bentuk U-bottom dengan rumus :

KB	=	0,53 d		
6,04	=	0,53 d		
D	=	6,04 feet : 0,53	=	11,4 feet

f) Kapal bentuk kasko/kotak dengan rumus :

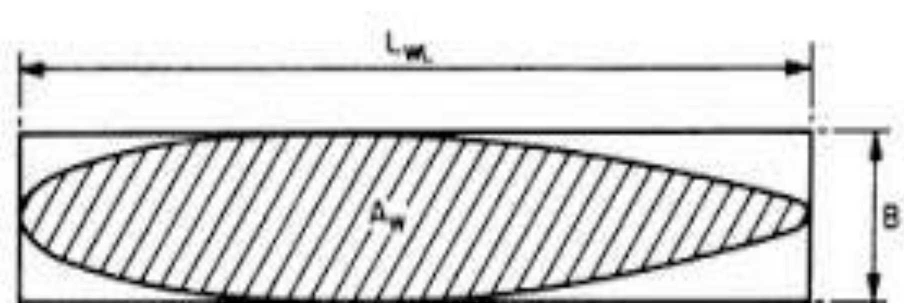
KB	=	0,50 d		
7,90	=	0,50 d		
D	=	7,90 feet : 0,50	=	15,8 feet

3) Koefisien bentuk kapal

Koefisien bentuk kapal secara garis besar dikelompokkan menjadi 4 bagian yaitu, koefisien waterline kapal, koefisien block kapal, koefisien prismatik, dan koefisien midship.

a) Koefisien garis air kapal (Cwl)

Koefisien garis air kapal (*coefficient waterline*) dengan notasi Cwl atau α Koefisien ini dikenal dengan simbol Cp atau p. Cp adalah bilangan yang mengatakan perbandingan antara luas bidang air pada sarat tertentu dengan sebuah empat persegi panjang yang panjang dan lebarnya sama dengan panjang kapal. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.13.



Gambar 13. Koefisien garis air kapal (Cwl)/Cp

Berdasarkan Gambar 1.13 menunjukan bahwa koefisien water line/koefisien garis air kapal (Cwl) adalah perbandingan antara luas

bidang garis air muat (*Area of water plane*/Awp) dengan luas sebuah empat persegi panjangnya sama dengan panjang garis air (Lwl) dan lebarnya = B. Adapun formulanya adalah :

$$Cwl = \frac{Awp}{Lwl \cdot B}$$

dimana; :

Awp = Luas bidang garis air.

Lwl = Panjang garis air.

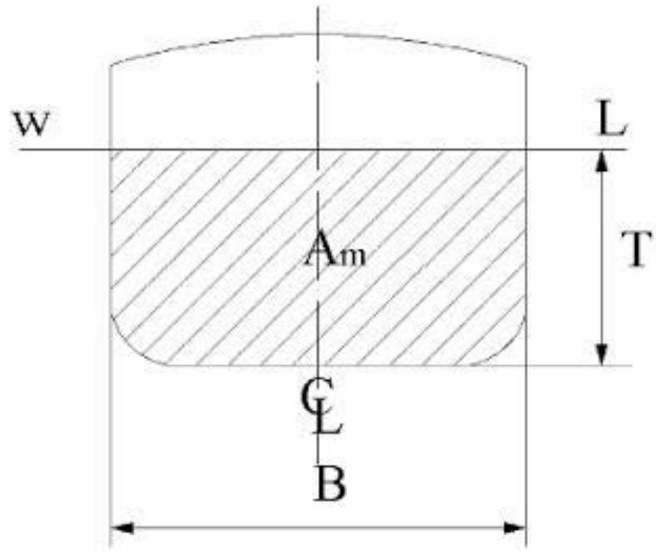
B = Lebar kapal (Lebar Garis Air).

Pada umumnya nilai Koefisien garis air kapal (Cwl) terletak antara 0,70 ~ 0,90. Adapun table konversi antara Cwl dengan nilai konstanta adalah :

Cwl	k
0,70	0,042
0,75	0,048
0,80	0,055
0,85	0,062

b) Koefisien midship kapal (Cm)

Koefisien midship kapal atau Koefisien Gading besar dengan Notasi Cm (*Midship Coeficient*). Lebih jelasnya lihat Gambar 1.14.



Gambar 14. Koefisien midship kapal

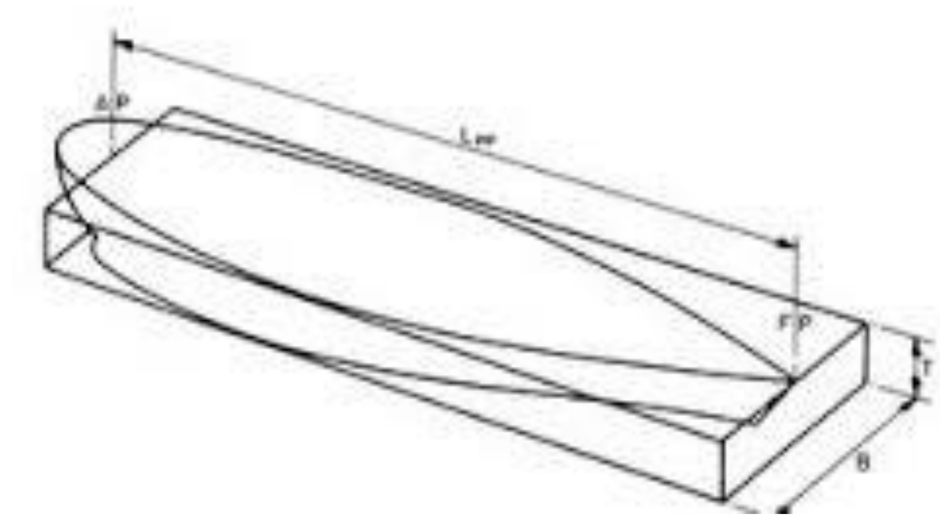
Berdasarkan Gambar 1.14 menunjukan koefisien midship (Cm) adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T. Adapun formula adalah :

$$\mathbf{Cm = \frac{Am}{BT}}$$

Penampang gading besar (midship) yang besar terutama dijumpai pada kapal sungai dan kapal–kapal barang sesuai dengan keperluan ruangan muatan yang besar. Sedang bentuk penampang gading besar yang tajam pada umumnya didapatkan pada kapal tunda sedangkan yang terakhir di dapatkan pada kapal–kapal pedalaman. Harga koefisien midship terletak antara 0,50 ~ 0,995 dimana harga yang pertama didapatkan pada kapal tunda sedangkan yang terakhir didapatkan pada kapal–kapal pedalaman. Bentuk penampang melintang yang sama pada bagian tengah dari panjang kapal dinamakan dengan *Paralel Midle Body*.

c) Koefisien Blok Kapal (*Block Coeficient*)

Koefisien blok kapal adalah merupakan perbandingan antara isi karena dengan isi suatu balok dengan panjang = Lwl, lebar = B dan tinggi = T. Koefisien Blok dengan Notasi Cb. Lebih jelasnya dapayt dilihat pada Gambar 1.15.



Gambar 15. Koefisien balok kapal

Berdasarkan Gambar 15 tersebut maka dapat diperoleh formula untuk menentukan koefisien balok adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{Cb = \frac{V}{Lwl.\ B.T}}$$

Dimana;

V = Isi karene (volume balok)

Lwl = Panjang garis air.

B = Lebar karene atau lebar kapal.

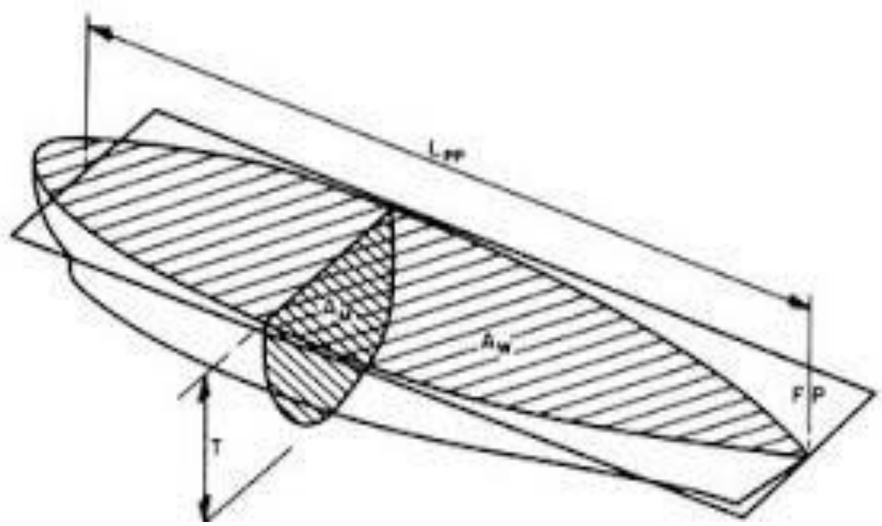
T = Sarat kapal.

Dari harga Cb dapat dilihat apakah badan kapal mempunyai bentuk yang gemuk atau ramping. Pada umumnya kapal cepat mempunyai harga Cb yang kecil dan sebaliknya kapal–kapal lambat mempunyai

harga Cb yang besar. Harga koefisien blok kapal (Cb) terletak antara 0,20 ~ 0,84. Nilai koefisien balok (Cb) ini berbeda-beda berdasarkan type kapalnya, yaitu :

Kapal kotak	Cb	= 1	KB = 0,5 d
Kapal U	Cb	= 0,8	KB = 0,55 d
Kapal V	Cb	= 0,7	KB = 0,53 d
Sedangkan ;	V	= cb x L x B x d	
		= V x Berat Jenis	
		= Cb x L x B x d x Bj	

d) Koefisien Prismatik Kapal (Prismatic Coefficient/Cp)



Gambar 16. Koefisien prismatik kapal

Koefisien prismatik kapal dibagi menjadi 2 bagian yaitu koefisien prismatik memanjang (biasa disebut koefisien prismatik horizontal atau longitudinal) dan yang kedua adalah koefisien prismatik Vertikal (koefisien prismatik tegak).

- Koefisien Prismatik Memanjang (*Longitudinal Prismatic Coeficient*).

Koefisien prismatic memanjang dengan notasi Cp adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air (Isi Karene) dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang midship (Am) dan panjang Lwl.

$$\mathbf{Cp = \frac{V}{Am.\ Lwl}}$$

Dimana ;

V = Isi Karene.

Am = Luas penampang gading besar (luas midship).

Lwl = Panjang garis air.

Kalau dijabarkan lebih lanjut rumus tersebut menjadi Cp = Cm/Cb Seperti dijabarkan berikut ini.

Cp = V/Am.Lwl...................(1)

Cb = V/Lwl.B.T

V = Lwl. B.T.Cb ....(2)

Cm = Am/B.T

Am = B.T.Cm ....(3)

Jika (2) dan (3) dimasukkan pada (1), maka diperoleh :

Cp = (Lwl.B.T.Cb) / (Lwl.BT.Cm)

Cp =Cb/Cm

Jadi koefisien prismatik memanjang sama dengan koefisien balok dibagi koefisien midship. Harga Cp pada umumnya menunjukkan kelangsingan bentuk dari kapal. Harga Cp yang besar terutama menunjukkan adanya perubahan yang kecil dari bentuk penampang melintang disepanjang panjang Lwl. Pada umumnya kapal mempunyai harga koefisien prismatik kapal (Cp) yang terletak antara 0,50 dan 0,92.

- Koefisien Prismatik tegak dengan notasi Cpv adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air (Isi Karene) dengan volume sebuah prismayang berpenampang Awl dengan tinggi = T.

$$\mathbf{Cpv} = \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{Awl\,.T}}$$

dimana ;

V = Isi Karene.

Awl = Luas Penampang garis air.

T = Sarat air.

Kalau dijabarkan lebih lanjut dengan mengganti harga V = Lwl B.T.Cb dan Awl = Lwl.B.Cwl, maka di peroleh harga :

Cpv = V/Awl.T.

Cpv =(Lwl BT Cb)/(Lwl BT Cwl)

Cpv = Cb/Cwl

Contoh soal :

a) Sebuah kapal berbentuk kotak 150 ft x 30 ft x 20 ft. Jika dimuati dan terapung di air laut dengan displacement = 2000 tons. Hitunglah tenaga apung cadangannya (%).
b) Sebuah kapal berbentuk katak 50 feet x 15 feet x 6 feet terapung di air laut pada sarat 3 kaki 6 inci. Hitunglah displacement dan tenaga apung cadangan (ton).

Jawaban :

a) Tenaga apung (%) yaitu :

$$V = \frac{Cb \times L \times B \times d \times Bj}{35}$$

$$2000 = \frac{1 \times 150 \times 30 \times d \times 1{,}025}{35}$$

$$d = \frac{35 \times 2000}{4612{,}5}$$

$$d = \frac{70000}{4612{,}5}$$

d = 15,17615175

d = 15,18 feet

V = L x B x D

V = 150 x 30 x 20 x 1

V = 90.000 feet3

V kpl yang terbenam = L x B x D

V kpl yang terbenam = 150 x 30 x 15,18

V kpl yang terbenam = 68.310 feet3

Selisih volume = 90.000 feet3 – 68.310 feet3

= 21.690 feet3

Tenaga apung cadangan (%) = (21.690 feet3 / 68.310 feet3) x 100%

= 31,75 %

b) Tenaga apung (ton) adalah :

$$V = \frac{Cb \times L \times B \times d \times Bj}{35}$$

$$V = \frac{1 \times 50 \times 15 \times 3{,}5 \times 1{,}025}{35}$$

$$V = \frac{2690{,}625}{35}$$

V = 76,875 $feet^3$

V = L x B x D

V = 50 x 15 x 6 x 1

V = 4.500 $feet^3$

V kpl yang terbenam = L x B x D

V kpl yang terbenam = 50 x 15 x 3,5

V kpl yang terbenam = 2.625 $feet^3$

Volume cadangan = 4.500 $feet^3$ – 2.625 $feet^3$

= 1.875 $feet^3$

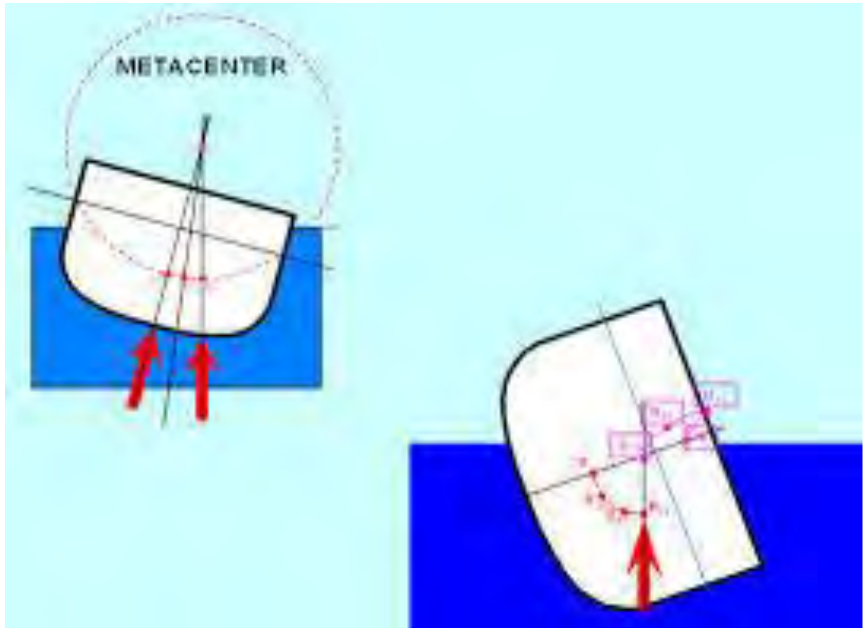
Tenaga apung cadangan (ton) = (1.875 $feet^3$ / 2.625 $feet^3$) x 100%

= 71,43 % x 2000 ton

= 1.428,6 tons

4) BM (Radius Metacentric)

a) Nilai BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius, hal ini dikarenakan apabila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran di mana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (10^o – 15^o) seperti disajikan pada Gambar 1.17.



Gambar 17. Jari-jari metasentris (Metacentrum radius)

b) Berdasarkan Gambar 1.17. maka formula untuk mencari jari-jari metasentris kapal (BM) tergantung pada lebar kapal dan berat benamannya. Selanjutnya untuk bentuk bagian bawah kapal yang berbeda akan berbeda dalam perhitungannya.

c) Untuk kapal bentuk bagian bawah adalah kasko, maka formula jari-jari metasentrisnya adalah sebagai berikut :

$$BM = \frac{L \times B^3}{12\ V}$$

atau

$$BM = \frac{B^2}{12d}$$

Dimana ;

b = lebar kapal (m)

d = draft kapal (m)

l = panjang kapal

v = displasemen

d) Sedangkan untuk kapal biasa atau dengan bentuk bagian bawahnya U-bottom mempunyai formula sebagai berikut :

$$BM = \frac{k \cdot l \cdot B^3}{V}$$

Dimana ;

k = konstanta

l = panjang kapal

B = lebar kapal

e) Berdasarkan kedua rumus BM di atas, maka dapat disimpulkan bahwa lebar kapal (B) memegang peranan yang sangat penting dalam menentukan besarnya nilai BM dalam stabilitas awal sebuah kapal.

Contoh soal campuran :

1) Kapal U-bottom mempunyai panjang 40,0 meter lebar 15,0 meter dengan sarat awal 4,6 meter. Jika nilai Cwl = 0,82, maka tentukanlah :
   a) Luas bidang garis air muat (Awp)
   b) Kontansta
   c) Jari-jari metasentris kapal (BM)
   d) Jarak titik apung di atas lunas (KB)
   e) Jarak metasentris di atas lunas (KM)

2) Kapal U-bottom mempunyai panjang 20,0 meter lebar 16,0 meter dengan sarat awal 6,0 meter. Jika KM = 6,51, maka tentukanlah :
   a) Jarak titik apung di atas lunas (KB)
   b) Jari-jari metasentris kapal (BM)
   c) Konstanta (k)
   d) Koefisien bidang air (Cwl)
   e) Luas bidang garis air muat (Awp)

3) Kapal tongkang yang berbentuk kotak mempunyai panjang 50 feet dan lebar 30 feet serta saratnya 10 feet. Kemudian dilakukan penambahan lebar kapal tongkang tersebut sebesar 10 feet sedangkan panjang dan saratnya tetap sama. Tentukanlah : (a) BM ; (b) KB ; dan KM.

Jawaban :

1) Kapal U-bottom dengan rumus :

a)
$$0{,}82 = \frac{Awp}{40 \times 15}$$

Awp = 40 x 15 x 0,80

Awp = 492 m^2

b) K = 0,058 (interpolasi)

> Konversi Cwl & konstanta
> 0,80 = 0,055
> ***0,82 = 0,058***
> 0,85 = 0,062
> = (2 x 7) : 5
> = 14 ; 5
> = 2,8
> = 3
> **Jadi = 0,055 + 0,003**
> **= 0,058**

c)
$$BM = \frac{k.l.b^3}{V}$$

$$BM = \frac{0{,}058 . 40 . (15)^3}{8 \times 15 \times 40}$$

$$BM = \frac{7830}{4800}$$

BM = 1,63 meter

d) KB = 0,53 x d

KB = 0,53 x 8 meter

KB = 4,24 meter

e) KM = KB + BM

KM= 4,24 m + 1,63 m

KM= 5,87 m

2) Kapal V-bottom, yaitu :

a) KB = 0,67 x d

KB = 0,67 x 6 meter

KB = 4,02 meter

b) BM = KM – KB

BM = 6,51 – 4,02

BM = 2,49 meter

c) $2{,}49 = \dfrac{k \times 20 \times 6^3}{6 \times 16 \times 20}$

$2{,}49 = \dfrac{k \,.\, 20 \,.\, (16)^3}{6 \times 16 \times 20}$

2,49 x 1920 = 81920 k

4780,8 = 81920 k

$k = \dfrac{4780{,}8}{81920}$

k = 0,058359375

k = **0,058**

Konversi Cwl & konstanta

0,80 = 0,055

0,82 = 0,058

0,85 = 0,062

= (3 x 5) : 9

= 15 ; 9

= 1,66666667

= 2

Jadi = 0,80 + 0,02

= 0,82

d) Cwl= **0,82** (hasil interpolasi)

e) $0{,}82 = \dfrac{Awp}{L \times B}$

Awp = 20 x 16 x 0,82

Awp = 262,4 m^2

3) Sebelum penambahan lebar kapal ;

$BM = \dfrac{L \times B^3}{12\ V}$

$$BM = \frac{50 \times (30)^3}{12\ (10 \times 30 \times 50)}$$

$$BM = \frac{1350000}{180000}$$

BM = 7,50 feet

KB = 0,50 x d

KB = 0,50 x 10

KB = 5,0 feet

KM = KB + BM

= 5,0 + 7,5

= 12,5 feet

Sesudah penambahan lebar kapal ;

$$BM = \frac{L \times B^3}{12\ V}$$

$$BM = \frac{50 \times (30+10)^3}{12\ (10 \times 40 \times 50)}$$

$$BM = \frac{3200000}{240000}$$

BM = 13,33 feet

KB = 0,50 x d

KB = 0,50 x 10

KB = 5,0 feet

KM = KB + BM

= 5,0 + 13,33

= 18,33 feet

Kesimpulan

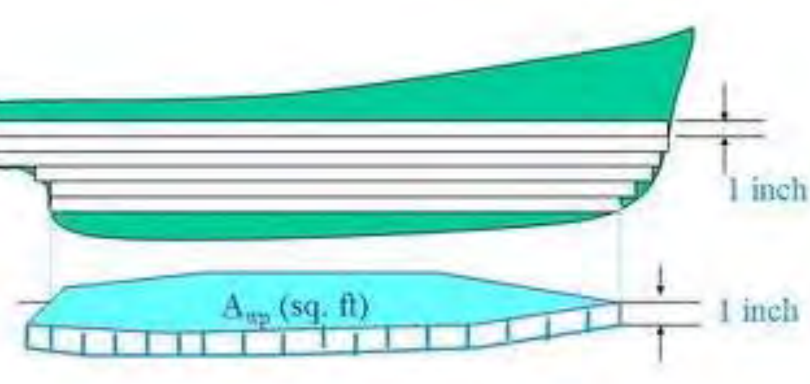
Dengan menambahkan lebar kapal kasko tersebut, maka nilai BM (jari-jari metasentris) kapal bertambah besar sekali.

4) TPI / TPC

a) TPI singkatan dari *Ton Per Inchi immersion* yaitu jumlah ton yang harus dimuat atau dibongkar untuk mengubah sarat rata-rata kapal sebesar satu inchi.

b) TPC singkatan dari *Ton Per Centimetre immersion* yaitu jumlah ton yang harus dimuat atau dibongkar untuk mengubah sarat rata-rata kapal sebesar satu centimeter.

c) Apabila dimuat bobot seberat W dan sarat rata-rata kapal bertambah 1 inchi, maka W = TPI dan WW1 = LL1 = 1 inchi (Lihat Gambar 1.18a dan 1.18b).



(a)

(b)

Gambar 18. Ton Per Inchi immersion (TPI)

d) Berdasarkan Gambar 1.18b di atas, maka Volume (warna kuning) sama dengan AWp dibagi dengan 12. Sehingga beratnya menjadi AWp dibagi dengan 420 (12 dikalikan 35 feet kubik berat 1 ton air laut). Formula akhir dari TPI adalah :

$$TPI = \frac{AWp}{420}$$

Catatan : 1 ton air laut volumenya 35 feet kubik

1 ton air tawar violumenya 38 feet kubik

Contoh soal :

1) Diketahui TPI kapal = 20 ton. Sarat awal kapal 12'00" setelah dimuat barang saratnya menjadi 12'06". Berapa ton berat barang yang dimuat tersebut?
2) Sebuah kapal terapung dengan sarat rata-rata 28 feet. Panjang garis airnya 444 feet dan lebarnya 62 feet. Jika TPI = 52 dan berat benaman = 14.850 ton, maka tentukanlah :
   a) AWp d) BM
   b) Cwl e) KB

c) Konstanta f) KM

3) KM. Madidihang dengan bentuk dasar U-bottom mempunyai sarat rata-rata 32 kaki dengan panjang 80 kaki dan lebarnya 76 kaki. Jika TPI = 12, maka hitunglah nilai KM kapal tersebut. Diketahui :

Cwl	k
0,70	0,042
0,75	0,048
0,80	0,055
0,85	0,062

Jawaban :

1) Perbedaan sarat, yaitu :

Δ sarat = sarat akhir – sarat awal
= 12’ 06” – 12’ 00”
= 00’ 06”

Berat muatan = 6” x TPI
= 6” x 20
= 120 ton

2) Kapal U-bottom, yaitu :

a) $TPI = \frac{AWp}{420}$

AWp = 420 x 52

Awp = 21.840 $feet^2$

b) $Cwl = \frac{AWp}{L \times B}$

$Cwl = \frac{21.840\ feet^2}{444 \times 62}$

$$Cwl = \frac{21.840 \text{ feet}^2}{27528 \text{ feet}^2}$$

Cwl = 0,793374019

Cwl = **0,79**

c) Untuk Cwl = 0,79 maka nilai k = 0,054 (hasil interpolasi)

d) $$BM = \frac{k \times L \times B^3}{V}$$

$$BM = \frac{0{,}054 \times 444 \times (62)^3}{(14.850 \times 35)}$$

> <u>Konversi Cwl & konstanta</u>
> 0,75 = 0,048
> ***0,79 = 0,054***
> 0,80 = 0,055
> = (4 x 7) : 5
> = 12 ; 5
> = 5,6
> = 6
> **Jadi = 0,048 + 0,006**
> **= 0,054**

$$BM = \frac{5.714.152{,}128}{519.750}$$

BM = 10,99403969 feet

BM = **11,0 feet**

e) KB = 0,53 x d

KB = 0,53 x 28

KB = **14,84 feet**

f) KM = KB + BM

KM = (14,84 + 11,00) feet

KM = **25,84 feet**

3) Diketahui :

L = 80 kaki

B = 76 kaki

d = 32 kaki

TPI = 12

Ditanyakan : KM ?

Jawaban :

a) $TPI = \dfrac{AWp}{420}$

$AWp = 420 \times 12$

$Awp = 5.040 \text{ feet}^2$

b) $Cwl = \dfrac{AWp}{L \times B}$

$Cwl = \dfrac{5.040 \text{ feet}^2}{80 \times 76}$

$Cwl = \dfrac{5.040 \text{ feet}^2}{6.080 \text{ feet}^2}$

$Cwl = 0,828947368$

$Cwl = 0,83$

Konversi Cwl & konstanta

0,80 = 0,055

0,83 = 0,058

0,85 = 0,062

= (3 x 7) : 5

= 15 ; 5

= 3,0

= 3

Jadi = 0,055 + 0,003

= 0,058

c) Untuk Cwl = 0,83 ; maka nilai **k = 0,058 (hasil interpolasi)**

$BM = \dfrac{k \times L \times B^3}{V}$

$BM = \dfrac{0,058 \times 80 \times (76)^3}{(80 \times 76 \times 32)}$

$BM = \dfrac{2.036.848,64}{194.560}$

$BM = 10,469 \text{ feet}$

$BM =$ **10,47 feet**

d) KB = 0,53 x d

KB = 0,53 x 32

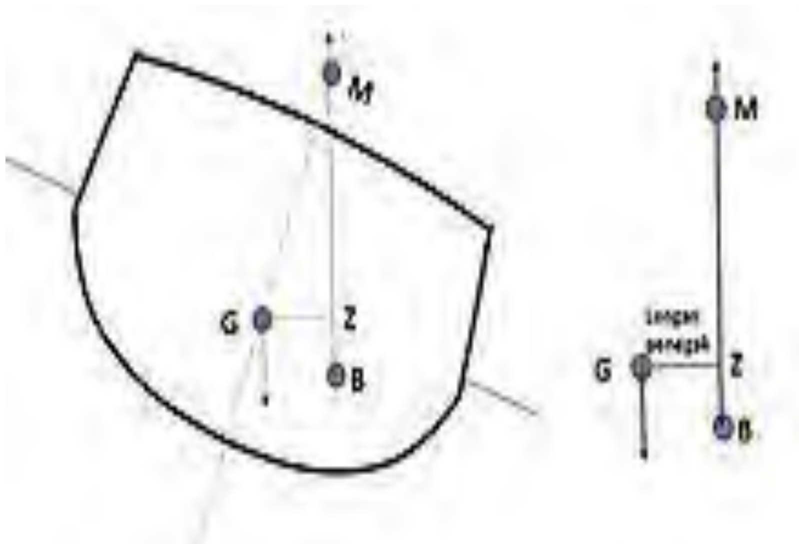
KB = **16,96 feet**

e) KM = KB + BM

KM = (16,96 + 10,47) feet

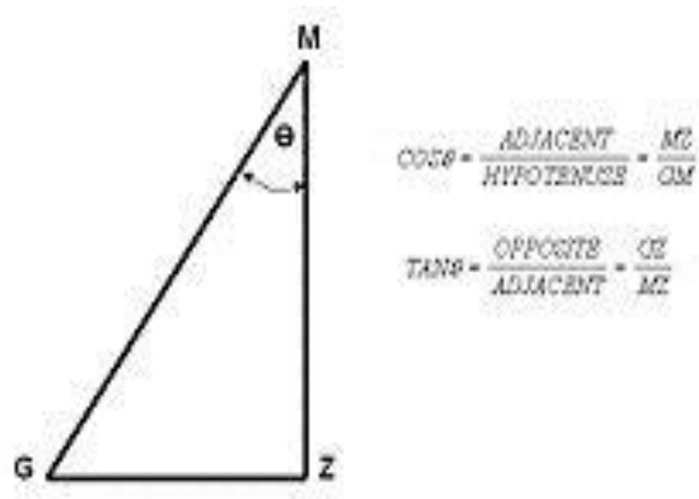
KM = **27,43 feet**

4) Segitiga stabilitas



Gambar 19. Kondisi segitiga stabilitas saat kapal senget

Pada Gambar 19 menunjukan bahwa apabila suatu kapal senget, maka titik apung akan bergerak sedangkan titik berat (gravitasi) tidak berubah. Karena gaya apung dan gravitasi sama besar dan searah, tetapi kalau kapal miring akan membentuk dua gaya yang paralel dengan arah yang berlawanan, mengakibatkan terjadi rotasi. Rotasi ini mengakibatkan kapal kembali ke posisi semula karena gaya apung dan gravitasi sama besar berlawanan arah akan saling menutup. Hal ini dikatakan sebagai pasangan (coupled) karena kedua gaya yang bekerja menghasilkan rotasi. Rotasi ini yang menyebabkan terjadi keseimbangan kapal.



Gambar 20. Segitiga stabilitas (gaya apung, gravitasi & lengan penegak)

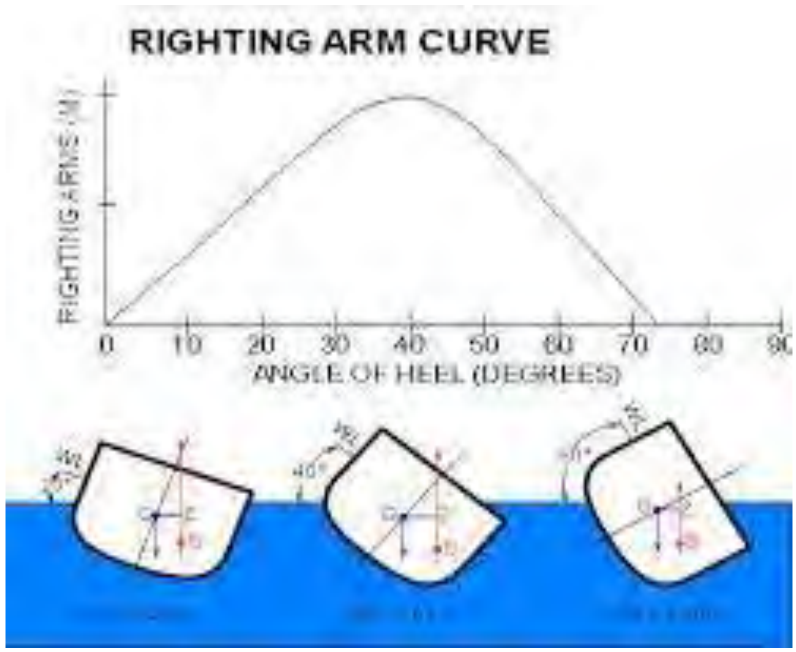
Berdasarkan Gambar 1.20. menunjukan jarak antara gaya apung dan gravitasi disebut sebagai lengan penegak. Pada gambar di atas lengan penegak merupakan garis yang ditarik dari titik gravitasi ke vektor gaya apung kapal. Untuk kemiringan yang kecil (0^o sampai 7^o ke 10^o, metacenter tidak berubah), nilai lengan penegak (GZ) dapat diperoleh secara trigonometri. Dengan menggunakan fungsi sinus untuk mendapatkan lengan penegak adalah : GM = GZ x sin Ө.

Dengan stabilitas awal (0^o sampai 7^o-10^o) metacenter tidak berubah, dan fungsi sinus hampir linier (garis lurus) Oleh karena itu Lengan Penegak kapal < GZ proporsional terhadap ukuran tinggi metacenter, GM. Sehingga GM adalah ukuran awal stabilitas kapal

5) Momen Penegak (*Righting Moment*/RM)

Stabilitas awal sebuah kapal adalah kemampuan dari kapal itu untuk kembali ke dalam kedudukan tegaknya semula sewaktu kapal menyenget pada sudut-sudut kecil (α=6^o). Pada umumnya stabilitas awal ini hanya terbatas pada pembahasan pada stabilitas melintang saja.

Dalam membahas stabilitas awal sebuah kapal, maka titik titik yang menentukan besar kecilnya nilai-nilai stabilitas awal adalah :



Gambar 21. Lengan penegak (*Righting arm*)

Moment penegak adalah ukuran stabilitas kapal terbaik. Menjelaskan kenapa kapal bisa mengatasi kemiringan dan kembali ke titik keseimbangan/stabilitas. Moment penegak adalah sama dengan lengan penegak dikali displacement kapal.

Contoh soal :

Suatu kapal mempunyai displacement sebesar 6000 LT dan mempunyai lengan penegak sebesar 2,4 ft bila dimiringkan 40°. Berapa momen penegak kapal (RM) ?

RM = 24 ft x 6000 LT

RM = 14,400 FT-Tons (disebut "foot tons")

Atau dalam ukuran metrik

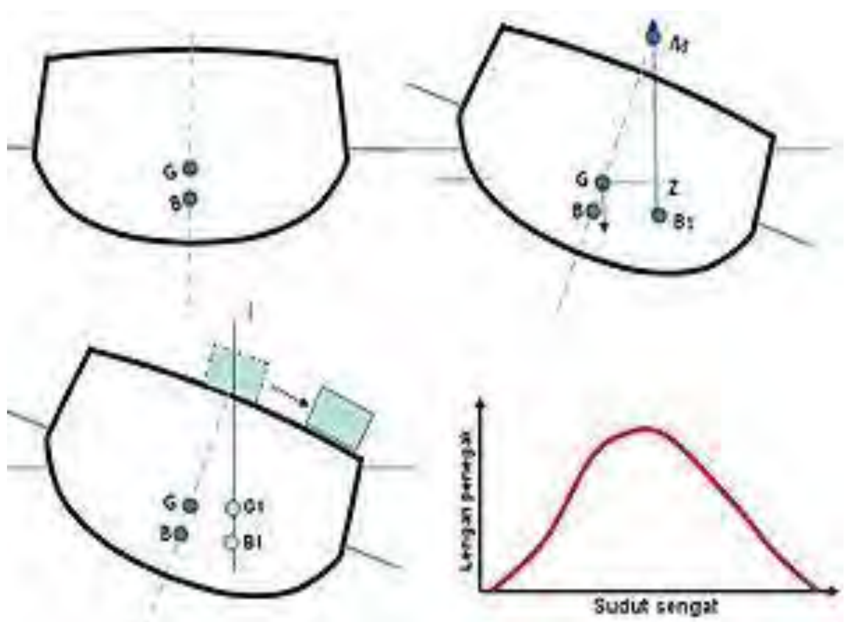
RM = 0,73 M x 6000 LT

RM = 4384 M-ton

6) Kurva statistik stabilitas

Hubungan antara lengan penegak dengan sudut kemiringan kapal (senget), apabila suatu kapal disengetkan melalui berbagai sudut senget dan lengan penegak untuk setiap derajat senget diukur maka dapat diperoleh kurva statistik stabilitas. Kurva ini adalah gambaran stabilitas kapal pada muatan tertentu. Berbagai informasi bisa diperoleh dari kurva ini, antara lain ;

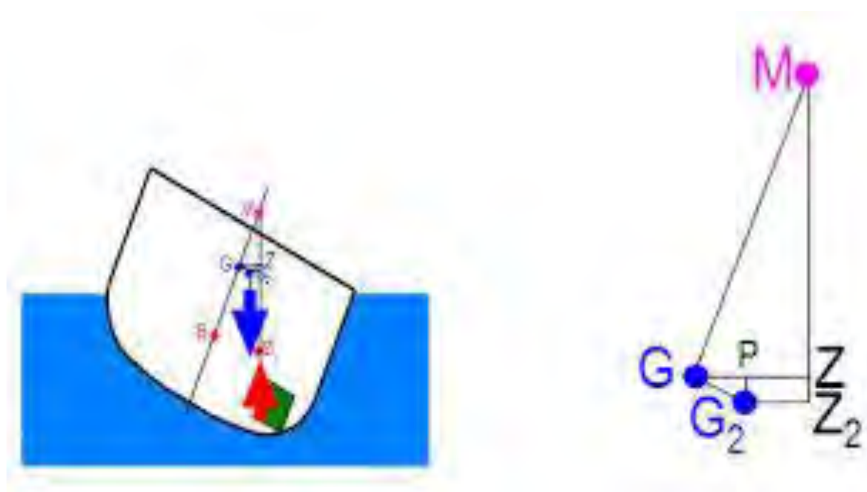
a) Rentang stabilitas yaitu kapal ini akan menghasilkan lengan penegak bila disengetkan dari 0^o sampai 74^o (Kurva ini diasumsikan bahwa seluruh struktur utama kapal kedap air).
b) Lengan penegak maksimum: adalah jarak terbesar antara gaya dari daya apung dengan gravitasi. Di sinilah para tenaga ahli perkapalan menghabiskan energinya.
c) Sudut maksimum lengan penegak : adalah sudut senget di mana lengan penegak mencapai puncaknya. Sudut bahaya: adalah separoh sudut lengan penegak maksimum.
d) Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.22.



Gambar 22. Kurva sudut senget kapal

7) Teori Koppel dan Hubungannya dengan Stabilitas Kapal

Sepasang koppel adalah sepasang gaya yang sama besarnya tetapi dengan arah yang berlawanan. Apabila pada sebuah benda bekerja sepasang koppel, maka benda tersebut akan berputar. Besarnya kemampuan benda itu berputar ditentukan oleh hasil perkalian antara gaya yang membentuk koppel itu dan jarak antara kedua gaya tersebut. Apabila sebuah kapal menyenget, pada kapal tersebut akan terjadi sepasang koppel yang menyebabkan kapal itu memiliki kemampuan untuk menegak kembali atau bahkan bertambah menyenget lagi. Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas, harap perhatikan gambar-gambar di bawah ini. Besarnya kemampuan untuk menegak kembali sebuah kapal sewaktu kapal menyenget dengan suatu sudut tertentu adalah sama dengan hasil perkalian antara gaya berat kapal dan jarak antara gaya berat kapal dan gaya tekanan keatas yang bekerja pada kapal saat tertentu itu (Gambar 1.23).



Gambar 23. Momen penegak (Mp)

Berdasarkan Gambar 23 menunjukan bahwa besarnya kemampuan untuk menegak kembali kapal itu adalah sebesar = W x GZ. Atau jika dituangkan dalam bentuk rumus akan berbentuk : **Mp = W x GZ,** Dimana Mp adalah Momen penegak. Mungkin saja bahwa dua kapal

dengan kondisi sama ukuran, berat benaman, dan sudut sengetnya sama besar, yang demikian itu memiliki stabilitas yang berlainan.

Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut : stabilitas kedua kapal tetrsebut dapat berlainan, oleh karena besarnya momen penegak (Mp = W x GZ), maka satu-satunya alasan yang menyebabkan momen kedua kapal itu tidak sama adalah faktor GZ = lengan penegak. Besarnya lengan penegak kedua kapal itu tidak sama besar disebabkan oleh karena kedudukan titik berat kedua kapal itu tidak sama tinggi (lihat gambar di bawah 23)

Contoh soal :

a) Jika berat benaman kedua kapal = 15.000 ton, lengan penegak kapal A = 0,45 meter dan Lengan penegak kapal B = 0,30 meter.
b) Apabila pada sebuah kapal yang berat benamannya 5.000 ton yang sedang mengoleng sehingga jarak antara gaya berat dan gaya tekan ke atasnya = 0,90 meter, berapakah besar momen penegak (Mp) kapal itu ?

Jawaban :

a) Perhitungannya :

W = 15.000 ton

GZ = 0,45 meter, maka GZ = 1 kaki, maka ;

Mp = 15.000 ton x 0,45 meter = 6.750 ton meter

Mp = 15.000 ton x 0,30 meter = 4.500 ton meter

b) Diketahui :

W = 5.000 ton dan GZ = 0,90 meter

Ditanyakan : Momen koppel aku

Mp = W x GZ

= 5.000 ton x 0,90 meter

= 4.500 ton meter

Kesimpulan-kesimpulan yang dapat ditarik dari rumus momen penengak (Mp) = W x GZ adalah :

a) Apabila W semakin besar, maka Mp juga semakin besar ;
b) Apabila GZ semakin besar, maka Mp juga semakin besar ;
c) Apabila W tetap, maka besarnya nilai M sebanding dengan nilai GZ artinya bahwa MP merupakan fungsi dari GZ artinya bahwa semakin besar nilai GZ maka semakin besar pula nilai M, semakin kecil nilai GZ semakin kecil pula nilai M tersebut. Jika hubungan antara kedua faktor itu dituangkan di dalam bentuk rumus, maka rumus itu akan berbentuk : Mp = f(GZ) baca : Mp adalah fungsi GZ artinya bahwa besarnya nilai MP adalah semata-mata tergantung dari nilai GZ.
d) Jarak antara gaya berat kapal (berat benaman kapal) dan gaya tekanan ke atas itu disebut : Lengan koppel. Apabila momen yang terjadi akan menegakan kembali kapal yang sedang menyenget, maka jarak antara berat benaman kapal dan gaya tekan keatas itu sering disebut Lengan penegak, sedangkan apabila momen yang terjadi akan mengakibatkan bertambah besarnya senget kapal, maka jarak antara berat benaman dan gaya tekan ke atas itu seringkali juga disebut Lengan penyenget.
e) Alasan yang dipergunakan sebagai dasar penamaan nilai GZ yang demikian itu adalah disebabkan oleh karena momen yang terjadi oleh sepasang koppel itu akan mengakibatkan tegak kembalinya kapal yang sedang dalam keadaan miring.
f) Apabila sebuah kapal yang sedang menyenget dengan sudut senget sedemikian rupa sehingga kedudukan titik B berada tegak lurus di bawah titik G, maka pada saat itu kapal tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali. Hal ini disebabkan karena momen penegaknya pada saat itu sama dengan nol, sebab besarnya lengan penegak pada saat sama dengan nol. Gaya berat kapal berimpit dengan gaya tekan keatas, sehingga jarak antara kedua gaya tersebut adalah sama dengan nol.

g) Hal ini berarti bahwa jika momen penegaknya = 0, maka akibatnya bahwa pada saat itu dalam keadaan stabilitas netral, artinya bahwa pada saat itu kapal tidak mempunyai kemampuan untuk menegak kembali.

c. Rangkuman kegiatan pembelajaran 1

1) Titik-titik penting pada stabilitas kapal ada 3 yaitu : titik berat (G) atau *center of gravity* (COG), titik apung (B) atau *center of buoyancy* (COB) dan titik M *center of metacentrum* (COM).
2) Titik berat kapal/G (*center of gravity*) adalah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Bila ada penambahan bobot, maka titik berat kapal akan berpindah ke arah / searah dan sejajar dengan titik berat bobot yang dimuat. Apabila ada pengurangan bobot, maka titik berat kapal akan berpindah ke arah yang berlawanan dan titik berat bobot yang dibongkar. Kemudian apabila ada penggeseran bobot, maka titik berat sebuah kapal akan berpindah searah dan sejajar dengan titik berat dari bobot yang digeserkan.
3) Titik apung (*center of buoyancy*) dikenal dengan titik B dari sebuah kapal adalah merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air.
4) Titik metasentris (M) adalah titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar supaya kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil).
5) Stabilitas kapal positif terjadi jika kedudukan titik G lebih rendah daripada kedudukan metasentrumnya (titik M), sehingga pada saat kapal oleng atau menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.
6) Stabilitas kapal negatif terjadi jika kedudukan titik G lebih tinggi dari pada kedudukan metasentrumnya (titik M), sehingga pada saat kapal

oleng atau menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, tetapi bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar.

7) Kapal langsar/tender adalah kapal dengan stabilitas positif hanya saja tinggi metasentrisnya (GM) terlalu kecil sehingga momen penegaknya terlalu kecil.
8) Kapal kaku/stiff adalah kapal dengan stabilitas positif hanya saja tinggi metasentrisnya (GM) terlalu besar sehingga momen penegaknya terlalu besar.
9) Hapalkan rumus-rumus hubungan antara titik G, B, M, antara lain rumus ; KM = KG + GM, KM = KB + BM, dst.
10) Jari-jari metasentris kapal (BM) tergantung pada lebar kapal (B) dan sarat kapal (d).
11) Tinggi titik apung dari lunas (KB) tergantung pada bentuk bagian bawah kapal, misalnya : U-bottom, V-bottom, dan bentuk kotak.
12) Koefisien bentuk kapal secara garis besar dikelompokkan menjadi 4 bagian yaitu, koefisien waterline kapal, koefisien block kapal, koefisien prismatik, dan koefisien midship.
13) TPI singkatan dari *Ton Per Inchi immersion* yaitu jumlah ton yang harus dimuat atau dibongkar untuk mengubah sarat rata-rata kapal sebesar satu inchi.
14) TPC singkatan dari *Ton Per Centimetre immersion* yaitu jumlah ton yang harus dimuat atau dibongkar untuk mengubah sarat rata-rata kapal sebesar satu centimeter.

3. Refleksi

Petunjuk :

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri.
b. Tuliskan jawaban setiap pertanyaan pada lembar refleksi.
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda.

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran pada kegiatan belajar 1 ini ?
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
2. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran pada kegiatan belajar 1 ini ? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
3. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran pada kegiatan belajar 1 ini ?
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran pada kegiatan belajar 1 ini?
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran pada kegiatan belajar 1 ini !
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………

4. Tugas

a. Mengamati

Mencari informasi tentang titik-titik penting dan macam-macam stabilitas kapal, kapal langsar, kapal stiff, dimensi pokok dan perhitungan pada stabilitas kapal, koefisien pada kapal, serta TPi atau TPc kapal melalui berbagai sumber pustaka (tertulis maupun tidak tertulis).

b. Menanya

Diskusi kelompok tentang materi yang berkaitan titik-titik penting dan macam-macam stabilitas kapal, kapal langsar, kapal stiff.

c. Eksperimen/*explore*

1) Demonstrasi dalam mencari titik-titik penting dan macam-macam stabilitas kapal, kapal langsar, kapal stiff secara berkelompok.
2) Eksplorasi pemecahan masalah terkait dengan titik-titik penting dan macam-macam stabilitas kapal, kapal langsar, kapal stiff.

d. Asosiasi

Menyimpulkan pembelajaran mengenai titik-titik penting dan macam-macam stabilitas kapal, kapal langsar, kapal stiff dan perhitungan dimensi pokok stabilitas kapal.

e. Mengkomunikasikan

Wakil masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasil demonstrasi titik-titik penting dan macam-macam stabilitas kapal, kapal langsar, kapal stiff secara berkelompok.

5. Tes Formatif

a. Jelaskan titik-titik penting dalam stabilitas kapal.
b. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang stabilitas statis dn stabilitas dinamis.
c. Jelaskan perbedaan stabilitas langsar/tender dan stabilitas kaku/stiff.
d. Jelaskan macam-macam stabilitas kapal.
e. Sebutkan rumus dimensi ukuran pokok stabilitas kapal.
f. Apa yang dimaksud dengan TPI dan TPC. Jelaskan arti dari TPI = 30.
g. Sebuah kapal bentuk dasar plat/kasko mempunyai panjang = 45 kaki, lebar = 35 kaki dan draft = 9 kaki. Hitunglah BM dan KM kapal tersebut!
h. Diketahui TPI kapal = 54 dengan sarat awal kapal 11'08" setelah dimuat barang saratnya menjadi 12'03". Berapa ton berat barang yang dimuat tersebut?
i. Diketahui sarat awal kapal 15'02" setelah dibongkar muatan saratnya menjadi 14'09". Berapa ton berat barang yang dibongkar, jika TPI = 42.
j. KM. Tuna bentuk dasar V-bottom mempunyai sarat rata-rata 42 kaki dengan panjang 90 kaki dan lebarnya 78 kaki. Jika TPI = 15, maka hitunglah panjang KM kapal tersebut. Diketahui :

Cp	k
0,70	0,042
0,75	0,048
0,80	0,055
0,85	0,062

Jawaban :

a. Menurut Rubianto (1996), stabilitas adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat senget (kemiringan) yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar. Menurut Wakidjo (1972), bahwa

stabilitas merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget oleh karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya.

b. Stabilitas statis diperuntukkan bagi kapal dalam keadaan diam dan terdiri dari stabilitas melintang dan membujur. *Stabilitas melintang* adalah kemampuan kapal untuk tegak sewaktu mengalami senget dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya. *Stabilitas membujur* adalah kemampuan kapal untuk kembali ke kedudukan semula setelah mengalami senget dalam arah yang membujur oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya. Stabilitas melintang kapal dapat dibagi menjadi sudut senget kecil (0^o-15^o) dan sudut senget besar (>15^o). Sedangkan stabilitas dinamis diperuntukkan untuk kapal-kapal yang sedang oleng atau mengangguk ataupun saat menyenget besar. Senget-senget besar ini disebabkan oleh beberapa keadaan umpamanya badai atau oleng besar ataupun gaya dari dalam antara lain GM yang negatif. Dalam teori stabilitas dikenal juga istilah stabilitas awal yaitu stabilitas kapal pada senget kecil (antara 0^o–15^o).

c. Perbedaan STABILITAS kapal langsar dan kaku, adalah :

KAPAL LANGSAR / TENDER		
No	Parameter	Indikator
1.	Sifat	Olengan kapal lambat sekali
2.	Penyebab	Terlalu banyak konsentrasi muatan berat di bagian atas kapal
3.	Kerugian	Dalam keadaan/cuaca buruk kemungkinan kapal akan mengalami terbalik
4.	Cara mengatasi	1. Mengisi penuh tangki-tangki dasar berganda (double bottom). 2. Memindahkan muatan atau bobot dari atas kapal ke bagian bawah kapal. 3. Kedua penanganan di atas bertujuan untuk menurunkan letak titik G agar tinggi metasentris (GM) kapal menjadi lebih besar

KAPAL KAKU / STIFF		
No	Parameter	Indikator

1.	Sifat	Olengan kapal sangat cepat dan menyentak-nyentak
2.	Penyebab	Terlalu banyak konsentrasi muatan berat di bagian bawah kapal
3.	Kerugian	1. Tidak menyenangkan atau tidak nyaman bagi orang-orang yang berada di kapal 2. Dapat merusak kontruksi kapal terutama pada bagian-bagian sambungan
4.	Cara mengatasi	1. Mengosongkan tangki-tangki dasar berganda (*double bottom*). 2. Memindahkan muatan atau bobot dari bawah kapal ke bagian atas kapal. 3. Kedua penanganan di atas bertujuan untuk menaikan letak titik G agar tinggi metasentris (GM) kapal menjadi lebih kecil

d. Stabilitas Positif (*Stable Equlibrium*)

Suatu keadaan kapal dimana titik G berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas kapal dimana titik G berhimpit dengan titik M, maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Apabila kapal senget tidak ada momen penegak dan momen penerus sehingga kapal tetap miring. Penyebabnya titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan kapal dimana titik G berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi

bahkan bisa menjadi terbalik karena adanya Momen penerus (*Heeling moment*) sehingga kapal akan bertambah miring.

e. Rumus-rumus dimensi pokok stabilitas kapal adalah :

KM = KG + GM KG = KM – GM

GM = KM – KG

KM = KB + BM KB = KM – BM

BM = KM – KB

f. TPI (*Ton Per Inchi immersion*) adalah jumlah berat yang diperlukan untuk menambah/mengurangi sarat kapal sebesar 1 inchi atau jumlah berat yang harus dibongkar/dimuatkan untuk merubah sarat kapal sebesar 1 inchi. TPC (*Ton Per Centimetre immersion*) adalah jumlah berat yang diperlukan untuk menambah/mengurangi sarat kapal sebesar 1 cm. Atau jumlah berat yang harus dibongkar/dimuatkan untuk merobah sarat kapal sebesar 1 cm. TPI = 30 artinya jumlah muatan yang harus dibongkar/dimuatkan untuk merubah sarat kapal sebesar 1 inchi adalah sebesar 30 ton.

g. Diketahui :

L = 45 kaki bentuk kapal : plat-bottom

B = 35 kaki

d = 9 kaki

Ditanyakan : a) KB, b) BM dan c) KM

Jawaban :

KB = 0,53 x d

= 0,53 x 9 kaki

= 4,77 kaki

Jari-jari metasentris (BM), yaitu :

$$BM = \frac{L \times B^3}{12V}$$

$$BM = \frac{45 \times (35)^3}{12(45 \times 35 \times 9)}$$

$$BM = \frac{1.929.375}{170.100}$$

BM = 11,34259259 ------------- BM = 11,34 kaki

KM = KB + BM

= (4,77 + 11,34) kaki

= 16,11 kaki

h. Perbedaan sarat akibat muat, yaitu :

Δ sarat = sarat akhir – sarat awal

= 12’ 03” – 11’ 08”

= 00’ 07”

Berat muatan yang dimuat = 7” x TPI

= 7” x 54

= 378 ton

i. Perbedaan sarat akibat bongkar, yaitu :

Δ sarat = sarat akhir – sarat awal

= 14’ 09” – 15’ 02”

= (-) 00’ 03”

Berat muatan yang dibongkar = 3” x TPI

= 3” x 42

= 126 ton

j. Diketahui :

L = 90 kaki　　d = 42 kaki　　kapal U-bottom

B = 78 kaki　　TPI = 15

Ditanyakan : KM ?

Jawaban :

$$TPI = \frac{AWp}{420}$$

$$AWp = 420 \times 14$$

$$Awp = 5.880 \text{ feet}^2$$

$$Cwl = \frac{AWp}{L \times B}$$

$$Cwl = \frac{5.880 \text{ feet}^2}{90 \times 78}$$

$$Cwl = \frac{5.880 \text{ feet}^2}{7.020 \text{ feet}^2}$$

$$Cwl = 0,837606837$$

$$Cwl = 0,84$$

Konversi Cwl & konstanta

0,80 = 0,055

0,84 = 0,061

0,85 = 0,062

= (4 x 7) : 5

= 28 ; 5

= 5,6

= 6

Jadi = 0,055 + 0,006

= 0,061

Untuk Cwl = 0,84 ; maka nilai k = 0,061 (hasil interpolasi)

$$BM = \frac{k \times L \times B^3}{V}$$

$$BM = \frac{0,061 \times 90 \times (78)^3}{(90 \times 78 \times 42)}$$

$$BM = \frac{2.605.290,48}{294.840}$$

BM = 8,836285714 feet

BM = 8,84 feet

KB = 0,53 x d

KB = 0,53 x 42

KB = 22,26 feet

KM = KB + BM

KM = (22,26 + 8,84) feet

KM = 31,10 feet

Cocokanlah jawaban anda dengan kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jumlah jawaban anda yang benar, kemudian gunakanlah rumus di bawah ini untuk mengetahui Tingkat Penguasaan Materi (TPM) anda terhadap materi kegiatan belajar 1 dari modul ini.

$$TPM = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

Nilai Akhir: ………….

Arti tingkat penguasaan yang anda capai :

90 – 100 % : Baik sekali

80 – 89 % : Baik

70 – 79 % : Cukup

< 69 % : Kurang

Bila tingkat penguasaan anda mencapai 80% ke atas, maka anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya. Akan tetapi apabila nilai yang anda yang dicapai masih dibawah/kurang 80%, maka anda harus mengulangi kembali Kegiatan Belajar 1 dan tidak meneruskan kegiatan pebelajaran berikutnya sebelum tercapai nilai pada pembelajaran 1.

C. Penilaian

1. Sikap

a. Sikap Spiritual

Pedoman Observasi Sikap Spiritual

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap spiritual peserta didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap spiritual yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

1) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
2) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
3) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
4) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : …………………………..……………..
Kelas : …………..……………………………..
Tanggal Pengamatan : …………..……………………………..
Materi Pokok : …………..……………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan					

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	sesuatu					
2	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan sesuai agama masing-masing					
3	Memberi salam sesuai agama masing-masing sebelum dan sesudah menyampaikan pendapat / presentasi					
4	Mengucapkan keagungan Tuhan apabila melihat kebesaran Tuhan sesuai agama masing-masing					
5	Menambah rasa keimanan akan keberadaan dan kebesaran Tuhan saat mempelajari ilmu pengetahuan					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

b. Sikap Sosial

1) Jujur

Pedoman Observasi Sikap Jujur

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kejujuran. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap jujur yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..……………..
Kelas : ………….………………………………..
Tanggal Pengamatan : ……………..…………………………..
Materi Pokok : ……….………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Tidak menyontek dalam mengerjakan ujian / ulangan					
2	Tidak melakukan plagiat (mengambil/menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumber) dalam mengerjakan setiap tugas					
3	Mengemukakan perasaan terhadap sesuatu apa adanya					
4	Melaporkan data atau informasi apa adanya					
5	Mengakui kesalahan atau kekurangan yang dimiliki					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

2) Disiplin

Pedoman Observasi Sikap Disiplin

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kedisiplinan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Ya = apabila siswa menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan

Tidak = apabila siswa tidak menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan.

Nama Peserta Didik : ………………………….…………..

Kelas : ……………..…………………………..

Tanggal Pengamatan : …………….…………………………..

Materi Pokok : ……….…………………………………..

No	Aspek yang diamati	Melakukan		Ket.
		YA	TIDAK	
1	Masuk kelas tepat waktu			
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu			
3	Memakai seragam sesuai tata tertib			
4	Mengerjakan tugas yang diberikan			
5	Tertib dalam mengikuti pembelajaran			
6	Mengikuti praktikum dengan benar			
7	Membawa buku tulis sesuai mata pelajaran			
8	Membawa buku teks mata pelajaran			
Jumlah				

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila terdapat 7 – 8 jawaban YA

Baik : apabila terdapat 5 – 6 jawaban YA

Cukup : apabila terdapat 3 – 4 jawaban YA

Kurang : apabila terdapat 1 – 2 jawaban YA

3) Tanggung Jawab

Pedoman Observasi Sikap Tanggung Jawab

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam tanggung jawab. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-2 melakukan & sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : …………………………..……………..

Kelas : ……………..…………………………….

Tanggal Pengamatan : ……………..…………………………….

Materi Pokok : ……..……………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Melaksanakan tugas individu dengan baik					
2	Menerima resiko dari tindakan yang dilakukan					
3	Tidak menuduh orang lain tanpa bukti yg akurat					
4	Mengembalikan barang yang dipinjam					
5	Meminta maaf atas kesalahan yang dilakukan					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

4) Toleransi

Pedoman Observasi Sikap Toleransi

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam toleransi. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap toleransi yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ………………………….……………..

Kelas : …………..………………………………..

Tanggal Pengamatan : …………..……………………………..

Materi Pokok : ……….………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Menghormati pendapat teman yang					

	berbicara					
2	Menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender					
3	Menerima kesepakatan meskipun berbeda dengan pendapatnya					
4	Menerima kekurangan orang lain					
5	Mememaafkan kesalahan orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

5) Gotong Royong

Pedoman Observasi Sikap Gotong Royong

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam gotong royong. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap gotong royong yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..…………….

Kelas : ……………..…………………………….

Tanggal Pengamatan : …………….………………………….

Materi Pokok : ……….…………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Aktif dalam kerja kelompok					
2	Suka menolong teman/orang lain					
3	Kesediaan melakukan tugas sesuai kesepakatan					
4	Rela berkorban untuk orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 13 - 16

Baik : apabila memperoleh skor 9 - 12

Cukup : apabila memperoleh skor 5 - 8

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 4

6) Santun

Pedoman Observasi Sikap Santun

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kesantunan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap santun yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..…………..

Kelas : ……………..……………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………..……………………………..

Materi Pokok : ……..……………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Menghormati orang yang lebih tua					
2	Mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain					
3	Menggunakan bahasa santun saat menyampaikan pendapat					
4	Menggunakan bahasa santun saat mengkritik pendapat teman					
5	Bersikap 3S (salam, senyum, sapa) saat bertemu orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

7) Percaya Diri

Pedoman Observasi Sikap Percaya Diri

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam percaya diri. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap percaya diri yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-2 melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..……………..

Kelas : ………….…………………………………..

Tanggal Pengamatan : ………….…………………………………..

Materi Pokok : ………..………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Berani presentasi di depan kelas					
2	Berani berpendapat, bertanya, atau menjawab suatu pertanyaan					
3	Berpendapat/melakukan kegiatan tanpa ragu-2					
4	Mampu membuat keputusan dengan cepat					
5	Tidak mudah putus asa/pantang menyerah					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

2. Pengetahuan

Melalui pemahaman tentang materi pembahasan yang telah dikemukakan di atas, setiap siswa diharapkan memiliki kemampuan atau kompetensi dalam hal-hal berikut:

a. Memberi penjelasan tentang bagian kapal dan fungsinya
b. Memberi penjelasan tentang bentuk haluan dan buritan kapal
c. Memberi penjelasan tentang tipe dan ukuran kapal

Indikator penilaian kemampuan atau kompetensi peserta didik adalah: ketepatan penjelasan perbandingan dan contoh-contoh yang diberikan (lisan dan tertulis) dengan bobot nilai sebesar 70% dan keaktifan individu dengan nilai bobot sebesar 30%.

Penilaian dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, baik pada waktu kegiatan belajar mengajar maupun melalui laporan pelaksanaan tugas latihan yang dilakukan oleh siswa secara mandiri (perorangan ataupun kelompok).

3. Keterampilan

Melalui pemahaman tentang materi pembahasan yang telah dikemukakan di atas, setiap siswa diharapkan memiliki kemampuan atau kompetensi dalam hal-hal berikut:

a. Memberi penjelasan tentang bagian kapal dan fungsinya
b. Memberi penjelasan tentang bentuk haluan dan buritan kapal
c. Memberi penjelasan tentang tipe dan ukuran kapal

Indikator penilaian kemampuan atau kompetensi peserta didik adalah: ketepatan penjelasan perbandingan dan contoh-contoh yang diberikan (lisan dan tertulis) dengan bobot nilai sebesar 70% dan keaktifan individu dengan nilai bobot sebesar 30%.

Penilaian dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, baik pada waktu kegiatan belajar mengajar maupun melalui laporan pelaksanaan tugas latihan yang dilakukan oleh siswa secara mandiri (perorangan ataupun kelompok).

Kegiatan Pembelajaran 2. Stabilitas Kapal Saat Bongkar Muat

A. Deskripsi

Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP) adalah ilmu yang mempelajari tentang beberapa bagian-bagian dari kapal, di antaranya adalah ukuran-ukuran pokok kapal yang terdiri dari ukuran membujur/memanjang, ukuran melintang atau melebar dan ukuran tegak (vertikal), dan dasar-dasar ilmu perkapalan yang meliputi tipe-tipe kapal, gambar rencana garis, karakteristik hidrostatistika serta dasar-dasar stabilitas, trim dan peluncuran kapal serta mempelajari kesetimbangan kapal pada saat diapungkan, tidak miring kekiri atau kekanan, demikian pula pada saat berlayar, pada saat kapal diolengkan oleh ombak atau angin, kapal dapat tegak kembali. Untuk dapat mengikuti mata pelajaran ini dengan baik, peserta didik sudah harus memahami dasar-dasar keseimbangan gaya, persamaan diferensial dan integral.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 1 ini, maka diharapkan peserta didik akan dapat :

a. Menentukan titik berat kapal (KG) dengan rumus dalil momen.
b. Menjelaskan hukum pergeseran pada stabilitas kapal.
c. Menghitung titik berat kapal (KG) akibat pergeseran muatan di kapal.
d. Menjelaskan periode oleng kapal.
e. Menentukan tinggi metasentris kapal (GM) dengan menggunakan beberapa rumus.
f. Menjelaskan percobaan stabilitas (*The inclining experiment*) kapal.
g. Menjelaskan dan menghitung titik berat kapal (KG) dengan dalil momen ;

2. Uraian Materi

a. Hukum geser

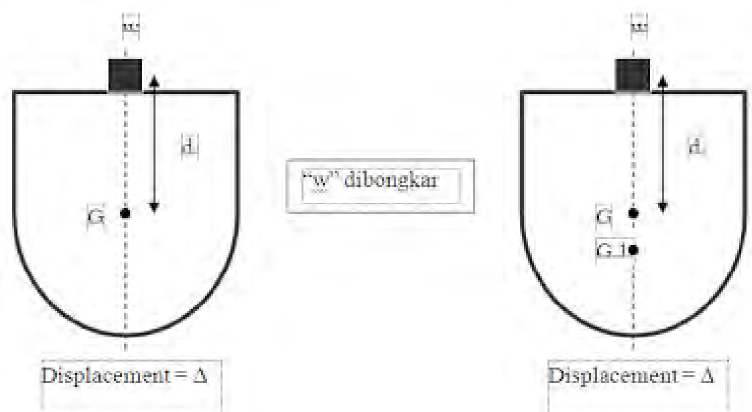
Letak titik G kapal sangat tergantung pada penempatan bobot-bobot di atas kapal. Pada kapal kosong letak titik G sudah dapat diketahui dari percobaan stabilitas namun dengan adanya pemuatan, pembongkaran, pergeseran muatan, pemakaian bahan bakar, pemakaian air tawar dan kegiatan lain di atas kapal. Sehingga letak titik G kapal akan berubah kedudukannya sehingga kita perlu mengetahui dengan pasti letak titik G kapal selesai kegiatan. Kapal juga dapat diibaratkan sebagai timbangan secara tegak dengan titik tumpunya adalah titik G kapal.

1) Pengaruh pengambilan bobot / pembongkaran

Apabila balok tadi dipotong seberat ”w” dengan jarak ”d” pada salah satu sisi maka kedudukan balok tadi tidak seimbang sehingga pada sisi yang dipotong akan naik dan sisi lainnya turun. Hal ini terjadi karena titik berat balok (G) bergeser ke (G1) menjauhi sisi yang dipotong

akibat moment dari bagian yang dipotong tadi (Gambar 2.1). Jarak pergeseran GG1 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$GG1 = \frac{w \times d}{W - w}$$



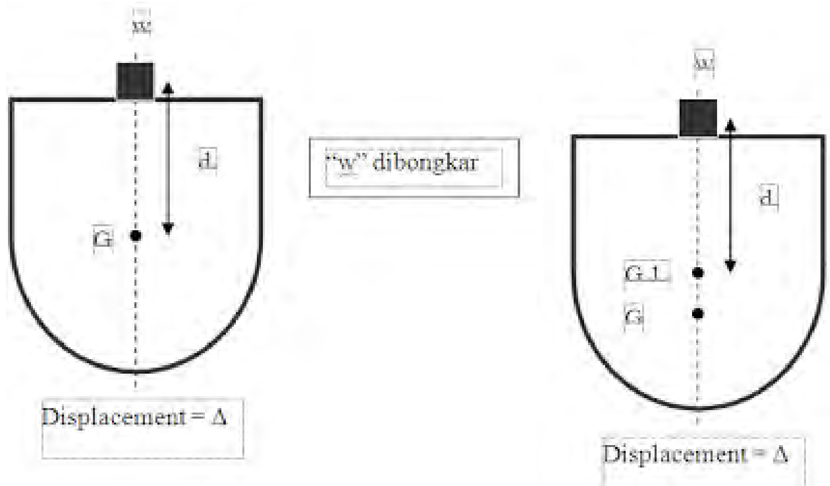
Gambar 24. Pergeseran muatan yang dimuat

Sehingga letak titik G kapal akan bergerak ke G1 menjauhi titik berat bobot yang dibongkar. Jarak pergeseran G ke G1 dapat dirumuskan :

$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta - w}$$

2) Pengaruh penambahan bobot / pemuatan

   Apabila balok tadi ditambah seberat ”w” dengan jarak ”d” pada salah satu sisi maka kedudukan balok tadi tidak seimbang sehingga pada sisi yang ditambah akan turun dan sisi lainnya naik. Hal ini terjadi karena titik berat balok (G) bergeser ke (G1) mendekati sisi yang penambahan akibat moment dari bagian yang ditambah.



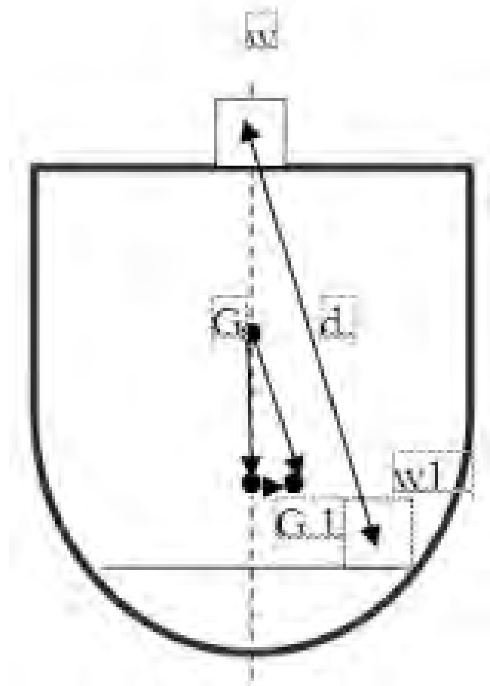
Gambar 25. Hukum pergeseran muatan yang dibongkar

Berdasarkan Gambar 25. menunjukan bahwa letak titik G kapal akan bergerak ke G1 mendekati titik berat bobot yang dimuat. Jarak pergeseran G ke G1 dapat dirumuskan :

$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta + w}$$

3) Pengaruh Pergeseran bobot

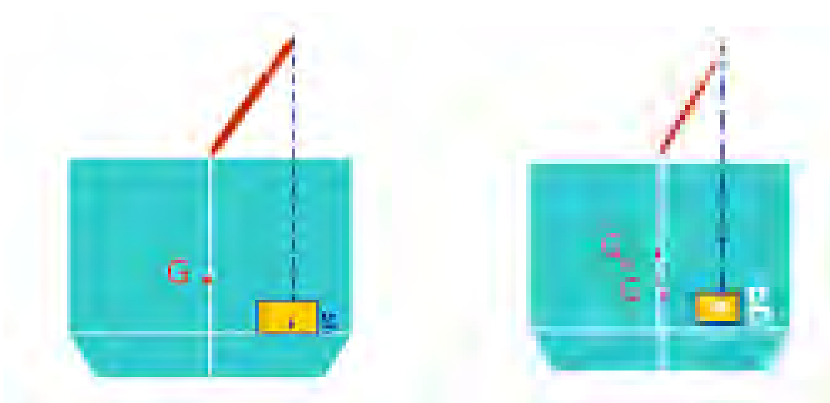
Akibat pergeseran bobot maka letak titik G kapal akan bergerak ke G1 searah dan sejajar dengan arah pergeseran. Pergeseran sama halnya dibongkar dan dimuat kembali (Gambar 2.3).



Gambar 26. Pengaruh pergeseran bobot

4) Pengaruh bobot yang menggantung

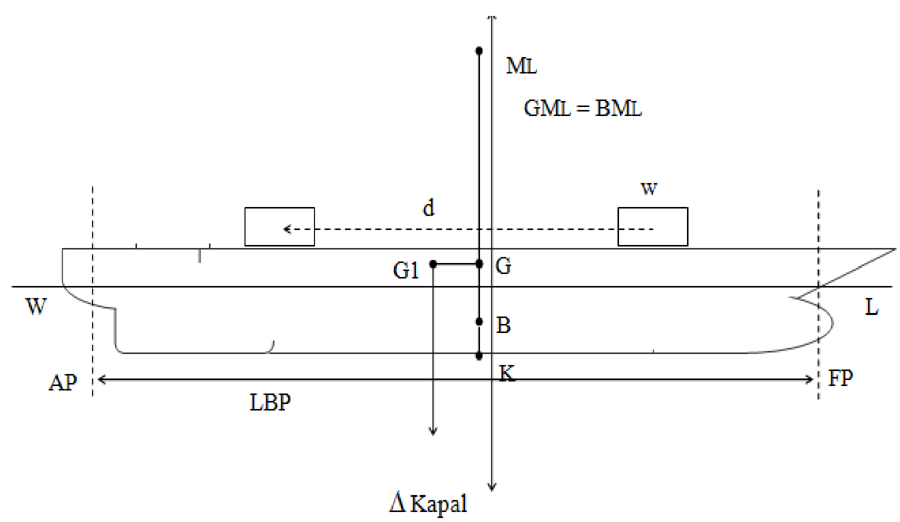
Apabila muatan diangkat dengan alat bongkar di kapal (boom atau ship's crane), maka titik berat muatan tersebut (g) akan pindah ke ujung batang pemuat. Akibatnya titik berat kapal (G) naik sehingga GM mengecil. Oleh karena itu, pada saat memuat kenaikan titik G harus sedemikian rupa sehingga tidak membuat GM negative (minimum permissible GM).



Gambar 27. Pengaruh bobot yang menggantung

Kesimpulan :

1) Titik berat kapal akan bergeser ke arah titik berat bobot yang telah dimuatnya.
2) Titik berat kapal akan bergeser menjauhi titik berat dari bobot yang dibongkarnya.
3) Titik berat kapal akan bergeser searah dan sejajar dengan titik berat bobot yang digeser.
4) Apabila muatan diangkat dengan alat bongkar muat di kapal (boom atau ship’s crane), maka titik berat muatan tersebut (g) akan pindah ke ujung batang pemuat.
5) Pada gambar 2.5. menunjukan sebuah kapal dengan Displacement = x ton. Dalam keadaan even keel dimana letak titik G dan B barada pada satu garis vertikal. Apabila sebuah bobot seberat ’w’ ton yang sudah berada pada kapal digeserkan dari depan ke belakang sejauh ’d’ meter maka akan menimbulkan moment sehingga letak titik G akan bergeser searah dan sejajar ke G1 (Gambar 2.5).



Gambar 28. Pergeseran muatan

6) Rumus pergeseran titik berat kapal (GG1) adalah :

w x d

GG1 = -----------

Δ

Dimana ;

w = bobot (ton)

d = jarak titik berat

Contoh soal :

a) Displacement sebuah kapal 11.000 tondengan KG = 23 feet. Kemudian 600 ton muatan dipindahkan dari bawah ke atas sejauh 15 feet. Hitung titik berat kapal setelah pemindahan.
b) Berat benaman kapal 9.000 tondengan KG = 22 feet. Selanjutnya 800 ton muatan dipindahkan dari atas ke bawah sejauh 20 feet. Berapakah KG setelah pemindahan ?
c) Sebuah kapal dengan Δ = 2000 ton, letak titik beratnya 10 kaki di atas lunas. Letak titik metasentrum 12,5 kaki di atas lunas. Sekarang dipindah muatan sebanyak 100 ton dengan titik berat 4 kaki di atas lunas ke titik berat 8 kaki di atas lunas. Hitung tinggi metacentris (GM) kapal itu sekarang.

Jawaban :

a) Mencari GG1 terlebih dahulu :

$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta}$$

$$GG1 = \frac{600 \times 15}{11.000}$$

$$GG1 = \frac{9.000}{11.000}$$

GG1 = 0,818181818

GG1 = 0,82 feet

KG akhir = KG awal + GG1 (muatan dipindah dari bawah ke atas)

= 23 feet + 0,82 feet

= 23,82 feet

b) Mencari GG1 terlebih dahulu :

$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta}$$

$$GG1 = \frac{800 \times 20}{9.000}$$

$$GG1 = \frac{16.000}{9.000}$$

GG1 = 1,777777778

GG1 = 1,78 feet

KG akhir = KG awal – GG1 (muatan dipindah dari atas ke bawah)

= 22 feet – 1,78 feet

= 20,22 feet

c) Mencari GG1 terlebih dahulu :

$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta}$$

$$GG1 = \frac{100\ (8 - 4)}{2.000}$$

$$GG1 = \frac{400}{2.000}$$ --------------- GG1 = 0,20 feet

KG akhir = KG awal + GG1 (muatan dipindah dari bawah ke atas)

= 10 feet + 0,20 feet

= 10,20 feet

GM akhir = KM – KG akhir

= 12,5 feet – 10,20 feet

= 2,50 feet

Kegiatan mengamati .

1. **Buatlah teman-teman sekelas menjadi beberapa kelompok!**
2. **Tiap-tiap kelompok mencari informasi seperti yang tercantum pada tabel di bawah ini! (Dari internet, wawancara dengan pihak industri, dari bahan ajar lain)**

Bisa dicoba dicari tentang materi seperti yang ada di bawah ini.

Tabel 4. Pembagian Tugas Kelompok: Stabilitas kapal saat bongkar muat

NAMA KELOMPOK	MATERI
Kelompok 1	Tentang trim
Kelompok 2	Tentang percobaan stabilitas
Kelompok 3	Tentang periode oleng
Kelompok 4	Tentang menghitung stabilitas kapal saat bongkar muat
Kelompok 5	Tentang Plimsol mark
Kelompok 6	Tentang permukaan bebas

Sudahkah tiap-tiap kelompok mencari materi seperti tabel di atas? Kalau sudah mari kita lanjutkan kegiatan bertanya, yaitu kegiatan untuk mencari tahu tentang fakta dan menganalisis mengapa harus dilakukan seperti itu!.

<u>Kegiatan menanya.</u>

Diskusikanlah informasi yang didapat dengan teman sekolompok anda! Ingat…kegiatan diskusi dibiasakan diawali dengan doa, harus tertib, semua siswa aktif, tanggungjawab dan

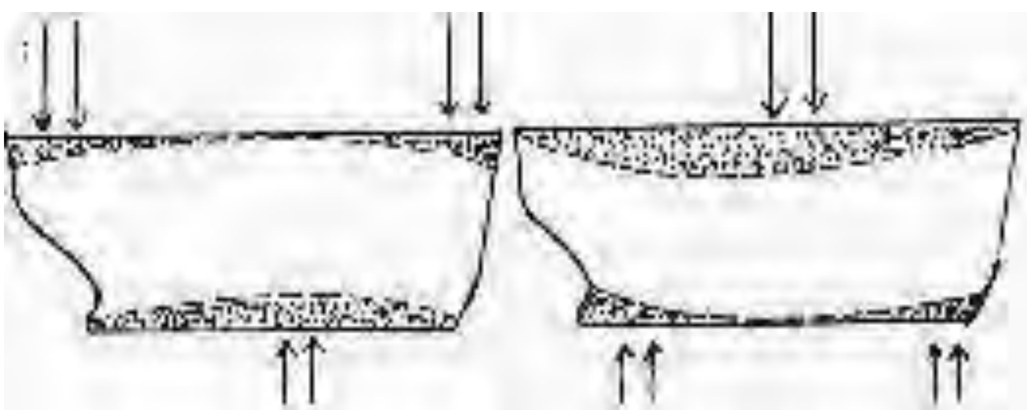
Setelah masing-masing kelompok mencari data dan mendiskusikan tentang informasi yang didapat, maka sekarang bandingkanlah dengan data yang ada di buku ini!

<u>Kegiatan mengumpulkan data/informasi.</u>

Kumpulkanlah data dan hasil dari diskusi kelompok anda dengan membandingkan dari data di buku ini!

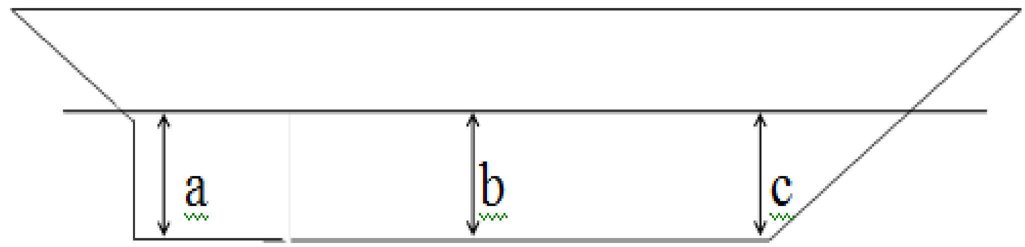
b. Trim

Trim adalah perbedaan antara draft depan pada haluan dan draft belakang pada buritan. Trim merupakan sudut kemiringan kapal secara membujur. Trim adalah perbedaan sarat depan dan belakang. Bila muatan lebih berat di bagian depan disebut trim depan (*trim by the head*), kemudian bila lebih berat di belakang disebut trim belakang (*tim by the stern*). Apabila muatan terkonsentrasi di bagian tengah-tengah kapal disebut Sagging tetapi bila terkonsentrasi di bagian ujung-ujung disebut Hogging (Gambar 2.6).



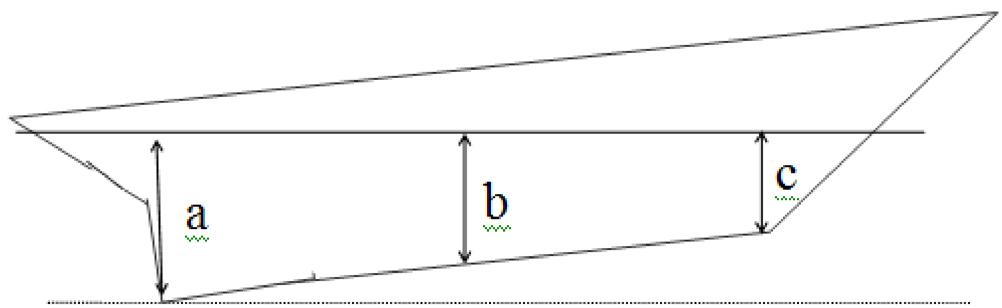
Gambar 29. Kapal Hogging dan sagging

Kapal yang dalam kondisi sagging atau hogging dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sambungan kapal khususnya pada bagian dek maupun pada plat lambung.



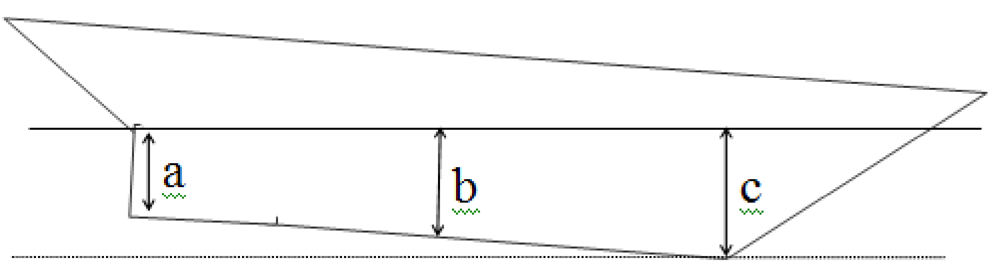
Gambar 30. Trim kapal

Pada Gambar 2.7 di atas menunjukkan kapal trim even keel yaitu draft depan sama dengan draft belakang (a=c). Kemudian nilai b=(a+c)/2, hanya terjadi bilamana kapal tidak hogging atau sagging.



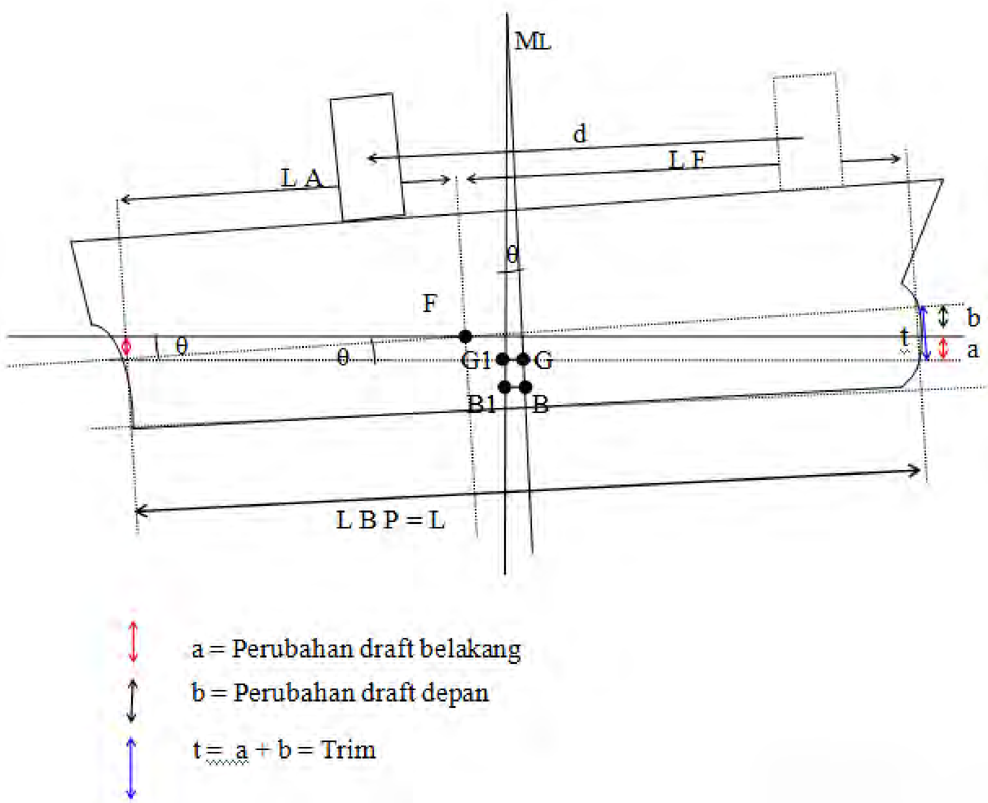
Gambar 31. Trim by stern

Pada Gambar 2.8. menunjukan sebuah kapal trim by stern yaitu draft belakang lebih besar dari draft depan (a > c).



Gambar 32. kapal trim by stern

Pada Gambar 2.9. di atas menunjukkan sebuah kapal trim by Head yaitu draft balakang lebih besar dari draft depan (a<c). Dampaknya dapat mengakibatkan kapal akan mempunyai trim by stern yang disebabkan adanya moment yang bekerja berlawanan arah jarum jam (lihat Gambar 2.10).



Gambar 33. Trim kapal

Perubahan draft depan $= \dfrac{LF}{LBP}$ x Trim

Perubahan draft belakang $= \dfrac{LA}{LBP}$ x Trim

Perubahan draft belakang = Trim – Perubahan draft depan

Perubahan draft depan = Trim – Perubahan draft belakang

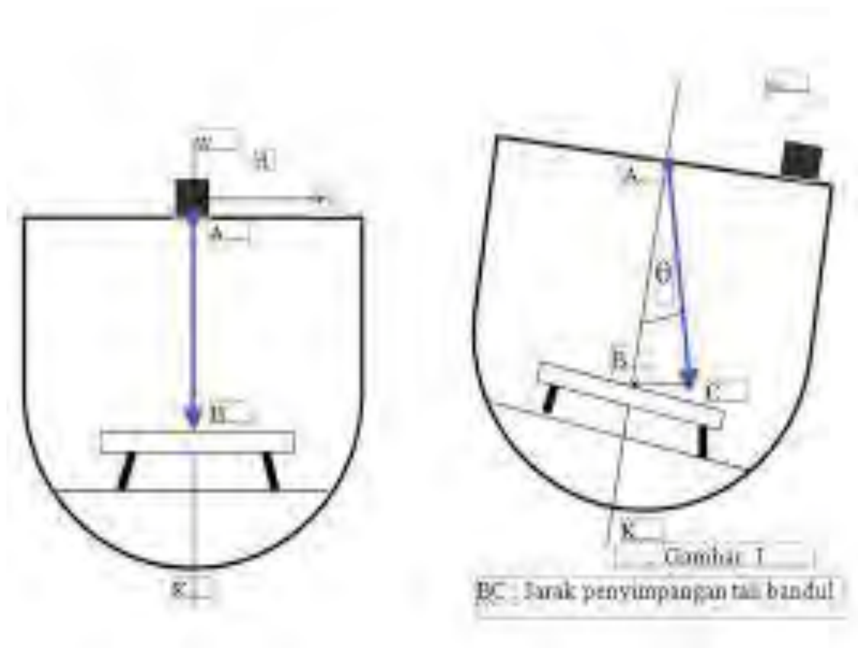
$$\text{Perubahan draft } (\Delta \text{ draft}) = \frac{W}{TPC}$$

Selain bentuk kapal, kekuatan mesin dan baling-baling, ada faktor dalam yang tidak tetap yang dapat mempengaruhi olah gerak kapal yaitu Sarat Kapal dan Trim Kapal. Sarat besar berarti kapal mempunyai muatan penuh dan mencapai sarat maximumnya, reaksi terhadap gerakan kemudi terasa berat dan lambat/lamban, jika sudah berputar reaksi kembali memerlukan waktu yang cukup lama. Sarat kecil berarti bangunan kapal di atas air lebih banyak dipengaruhi oleh angin dan ombak sehingga menyulitkan olah gerak kapal, apalagi kapal kosong.

Trim adalah perbedaan sarat depan dan belakang disebut nonggak atau nungging. Trim yang ideal adalah sedikit ke belakang jangan sampai pandangan anjungan tertutrup. Trim nol diperlukan pada waktu kapal naik dok, masuk sungai, melayari kanal dan sebagainya.

c. Percobaan stabilitas

Percobaan stabilitas dilakukan pada saat kapal kosong dengan tujuan untuk mengetahui KG kapal kosong. KG kapal kosong ini sangat penting karena sebagai dasar perhitungan saat kapal muat bongkar. Oleh karena itu, percobaan harus dilakukan seteliti mungkin agar didapat hasil yang maksimal (Gambar 2.11).



Tabel 5. Percobaan stabilitas kapal

Keterangan :

AB	=	panjang tali bandul
AC	=	penyimpangan tali bandul

Setelah bobot digeserkan dan kapal sudah miring, maka bilah papan dimana tali bandul menyilangnya diberi tanda "C" dimana AC dinamakan penyimpangan tali bandul (*defiection*). Berdasarkan Gambar 2.11, maka diperoleh formula sebagai berikut :

$$\text{Tg } \Theta = \frac{AC}{AB}$$

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times \text{tg } \Theta}$$

Adapun persyaratan percobaan stabilitas kapal diilakukan pada saat kondisi laut tenang / tidak ada angin kencang dengan syarat lain adalah :

1) Kapal harus dapat bergerak bebas
2) Setiap barang yang ada dikapal harus diikat dengan erat
3) Semua tanki - tanki harus penuh
4) Setiap awak kapal yang tidak berkepentingan dengan percobaan harus turun ke darat
5) Sebelum dilakukan percobaan kapal harus tegak

Selain persyaratan tersebut harus dipersiapkan hal - hal sebagai berikut :

1) Pasang papan ukur pada dasar palka tween deck melintang kapal dan betul - betul mendatar
2) Pasang balok kayu pada mulut palka melintang kapal dan betul - betul mendatar yang mampu menahan beban yang dapat memiringkan kapal 2 s.d 3 derajat
3) Pasang tali unting - unting yang diikatkan di tengah - tengah balok kayu diujung tali diberi bandul

Pelaksanaan :

1) Bobot yang sudah diketahui beratnya W ton harus sudah diposisi dan saat itu kapal harus betul - betul tegak
2) Geserkan bobot sejauh d meter sehingga kapal miring dan tunggu beberapa saat
3) Baca pada papan ukur berapa meter tali unting - unting menyimpang
4) Ukur tali unting - unting secara tegak

Contoh soal :

1) Sebuah kapal dimiringkan dengan menggeserkan sebuah bobot seberat 20 ton dengan jarak 25 feet dari CL. Tali bandul yang panjangnya 30 feet menunjukan penyimpangan sebesar 13 inchi. Jika berat benaman kapal 3.700 ton dan KM = 27,87 feet, maka tentukanlah KG.
2) Sebuah kapal dengan berat benaman = 6150 ton dengan tinggi metasentris 3,7 feet dipersiapkan untuk naik dok dan dalam keadaan miring 4^o ke lambung kiri. Berapa ton bahan bakar yang harus

dipindahkan dari tanki dasar berganda kiri ke tangki dasar berganda sebelah lambung kanan kapal untuk membuat kapal tegak kembali, jika jarak antara titik-titik berat tangki adaah 30 feet.

Jawaban :

1) Mencari GM terlebih dahulu, yaitu :

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times tg\ \Theta}$$

$$GM = \frac{20 \times 25}{3700 \times tg\ (13''/(30' \times 12''))}$$

$$GM = \frac{500}{3700 \times tg\ (13''/360'')}$$

$$GM = \frac{500}{3700 \times 0{,}0361}$$

$$GM = \frac{500}{133{,}57}$$

GM = 3,743355544

GM = 3,74 feet

KG = KM – GM

KG = 27,84 – 3,74

KG = 24,10 feet

Misalkan kapal dalam contoh di atas adalah kapal kosong, jika letak titik berat bobot geseran 39 feet di atas lunas, maka hitung KG kapal kosong.

W	x	KG	=	∑M
3700	x	24,13	=	89281
20	x	39	=	780
3720	x	KG akhir	=	90061
		KG akhir	=	90061

$$\text{KG akhir} = \frac{\ldots}{3720} = \mathbf{24,21\ feet}$$

2) Diketahui :

Δ = 6150 ton

GM = 3,7 feet

Tg Ɵ = 4^o (tg 4^o = 0,0699)

d = 30 feet

Ditanyakan : w (ton) ?

<u>Jawaban :</u>

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times tg\ \Theta}$$

$$3,7 = \frac{w \times 30}{6150 \times tg\ 4^o}$$

$$w = \frac{3,7 \times 6150 \times tg\ 4^o}{30}$$

$$w = \frac{22755 \times (0,0699)}{30}$$

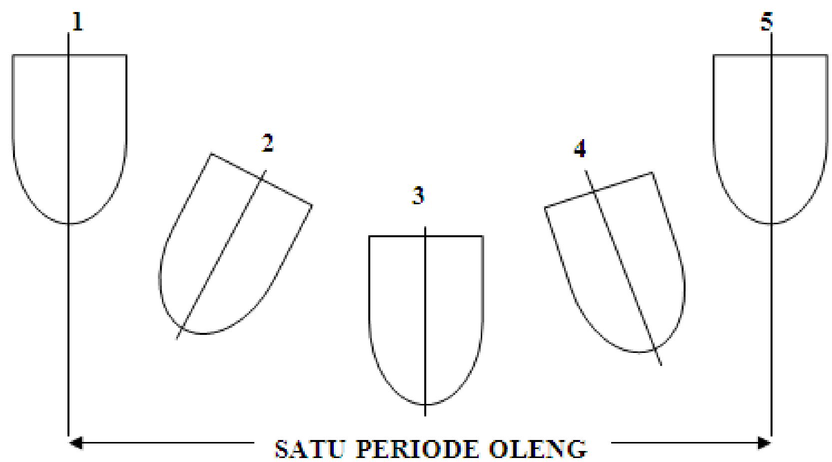
$$w = \frac{1.590,5745}{30}$$

w = 53,01915

w = 53,02 ton

1) Periode oleng

Satu periode oleng lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, kemudian tegak lagi, terus miring ke kanan, sampai kapal kembali tegak lagi (Gambar 2.12).



Gambar 34. Satu periode olengan

Berdasarkan Gambar 2.12 di atas, maka waktu olengan kapal dapat diodeskripsikan sebagai berikut :

Seandainya pada keadaan (1) : kapal masih dalam keadaan tegak / belum mengalami senget

Pada keadaan (2) : kapal sudah menyenget ke kambung kanan kapal pada sudut senget yang paling besar.
Pada keadaan (3) : kapal dalam keadaan tegak kembali
Pada keadaan (4) : kapal kembali menyenget ke kiri lambung kapal pada sudut senget yang paling besar pula,
Pada keadaan (5) : Kapal kembali tegak seperti semula.
Maka waktu olengan kapal adalah : banyaknya waktu yang diperlukan oleh kapal itu untuk mengoleng dari kedudukan berturut-turut : mulai dari kedudukan (1), kedudukan (2), kedudukan (3), kedudukan (4) dan kembali kedudukan (5).

Waktu olengan kapal dicatat sebanyak mungkin dan pada dasarnya semakin banyak jumlah waktu olengan yang di catat maka akan semakin baik hasilnya.

Didalam praktek pencatatan waktu olengan itu dilakukan sebagai berikut :

a) Pencatatan waktu olengan kapal secara terus menerus sebanyak 20 kali
b) Jumlah waktu olengan itu dibagi rata, sehingga diperoleh waktu olengan rata-ratanya
c) Tindakan demikian itu dilakukan sebanyak 3 kali (pagi, hari, tengah hari, kemudian malam hari) Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang keadaan tersebut, harap perhatikan bagan pencatatan berikut ini. Dengan menggunakan waktu olengan kapal, dapat diketahui bertambah atau berkurangnya stabilitas kapal.

Catatan penting :

a) Apabila nilai tinggi metasentrum kapal kecil (GM kecil), maka suku kedua dari persamaan itu besar, sehingga suku pertamanya pun dengan sendirinya besar (T besar). Jika nilai T besar, hal ini berarti bahwa waktu olengannya besar. Artinya bahwa waktu yang diperlukan oleh kapal itu untuk mengoleng satu kali olengan adalah besar. Hal ini sesuai benar dengan rumus bagi momen penegak untuk sudut-sudut senget kecil (pada stabilitas awal) : Mp = W x GM Sin Q yang di dalam rumus itu ternyata bahwa apabila GM nya kecil, maka momen penegaknya kecil, artinya bahwa kemampuannya untuk menegak kembali kecil, artinya bahwa waktu olengan besar, sebab kapal mengoleng secara lamban.
b) Apabila nilai GM besar, maka suku kedus persamaan itu kecil, maka suku pertama persamaan itupun kecil pula. Hal ini berarti bahwa waktu olengannya kecil, artinya kapal akan mengoleng secara cepat.

c) Apabila nilai GM itu terlalu kecil, maka suku kedua persamaan itupun akan jadi terlalu besar, sehingga suku pertama persamaan itupun terlalu besar, sehingga waktu yang diperlukan untuk menegak kembali terlalu besar (terlalu lama), artinya bahwa waktu olengannya terlalu lama. Sebuah kapal yang waktu olengannya terlalu lama maka kapal demikian disebut kapal langsar

d) Apabila nilai GM terlalu besar, maka suku kedua persamaan itu terlalu kecil, sehingga suku pertama persamaan itupun menjadi terlalu kecil pula, artinya bahwa waktu olengannya terlalu kecil. Jika sebuah kapal dalam keadaan demikian itu, kapal demikian disebut kapal Kaku. Hal ini sesuai pula dengan rumus yang berlaku bagi stabilitas untuk sudut-sudut senget kecil (stabilitas awal). Mp = W x GM Sin Q, Jika GM di dalam rumus itu bernilai terlalu besar, maka momen penegaknyapun terlalu besar. Artinya bahwa kemampuan untuk menegak kembaliterlalu besar, artinya bahwa waktu olengannya terlalu kecil. Kapal yang dalam keadaan demikian, maka disebut sebuah kapal kaku.

e) Apabila nilai GM = 0, maka suku kedua persamaan tersebut = 0, demikian pula suku pertamanyapun = 0. Artinya bahwa waktu olengnya = 0. Hal inipun sesuai dengan rumus momen penegak untuk stabilitas awal :

f) Mp = W x GM Sin Q

Jika kedalam rumus itu disubsitusikan nilai GM = 0, maka momen penegaknya = 0, artinya bahwa sebuah kapal yang dalam keadaan demikian itu tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget. Kapal semacam itu disebut sebuah kapal yang memiliki stabilitas netral.

Yang dimaksud dengan “Waktu Olengan“ sebuah kapal adalah banyaknya waktu yang diperlukan oleh sebuah kapal dalam mengoleng untuk satu olengan penih.

Macam-macam olengan kapal, adalah :

a) *Natural Rolling* adalah oleng kapal di laut tenang. Pada kondisi ini bisa dianalisa bahwa jenis stabilitas kapalnya yaitu langsar atau kaku.
b) *Forced Rolling* adalah olengan kapal di laut atau di air yang bergerak atau berombak atau bergelombang.
c) *Cynchronous Rolling* adalah suatu keadaan dimana periode olengan kapal sama dengan periode gelombang yang dapat mengakibatkan kapal terbalik. Cara mengatasinya yaitu dengan mengurangi kecepatan kapal dan merubah haluan sedemikian rupa sehingga kapal tidak mendapatkan ombak langsung.

Apabila kita mengukur periode kapal di laut, maka yang diperoleh adalah forced rolling period. Sedangkan yang harus digunakan untuk perhitungan adalah natural rolling period. Adapun cara mencari natural rolling period adalah sebagai berikut :

a) Pada pagi hari diambil 20 kali periode olengan.
b) Kemudian diambil nilai rata-rata periode olengnya.
c) Selanjutnya kegiatan tersebut diulang pada siang hari dan sore hari.
d) Sehingga diperoleh tiga buah nilai rata-rata yang kemudian dirata-ratakan kembali untuk memperoleh nilai natural rolling period.

Selanjutnya hubungan antara perode oleng dengan tinggi metasentris (GM) kapal adalah sebagai berikut :

$$T = \frac{\mathbf{0,44}}{\sqrt{\mathbf{GM}}}$$

dimana :

GM = tinggi metasentris kapal (feet)

T = periode olengan lengkap (detik)

B = lebar kapal (feet)

Contoh soal :

a) Sebuah kapal lebarnya 60 feet dan mempunyai tinggi metasentris (GM) kapal tersebut 2 feet. Hitung periode olengnya (T).
b) Sebuah kapal yang lebarnya 50 kaki. Jika periode olengnya 15 detik, maka tentukanlah tinggi metasentris (GM) kapal tersebut.

Jawaban :

a) Rumus periode oleng (T) adalah :

$$T = \frac{0,44 \times B}{\sqrt{GM}}$$

$$T = \frac{0,44 \times 60}{\sqrt{2}}$$

$$T = \frac{26,4}{1,414}$$

$$T = 18,67043847$$

$$T = 18,8 \text{ detik}$$

b) Rumus periode olengnya adalah :

$$T = \frac{0,44 \times B}{\sqrt{GM}}$$

$$15 = \frac{0,44 \times 50}{\sqrt{GM}}$$

$$15 = \frac{22,0}{\sqrt{GM}}$$

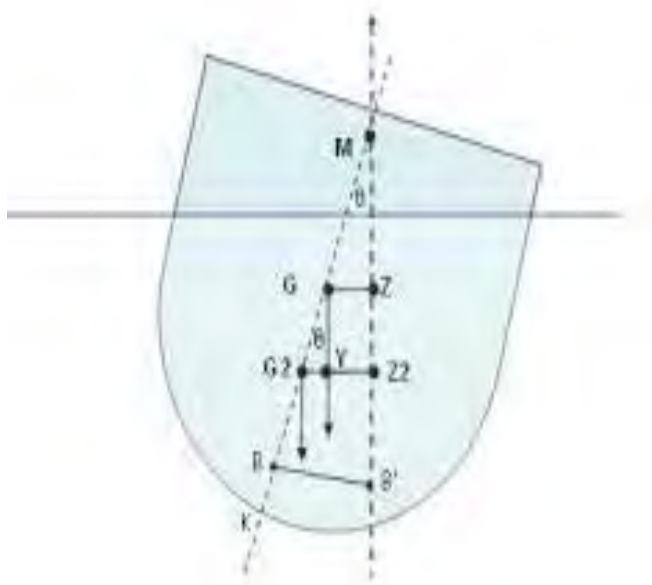
$$\sqrt{GM} = \frac{22,0}{15}$$

$$GM = \frac{22,0^{\;2}}{15}$$

$$GM = \frac{484}{225}$$

$$GM = 2,15 \text{ feet}$$

2) Menghitung stabilitas kapal saat bongkar muat



Gambar 35. Lengan penegak (GZ)

Pada Gambar 2.13. menunjukan bahwa pada segitiga GMZ tersebut di atas dapat berlaku formula :

$$\frac{GZ}{GM} = \text{Sin } Q$$, jadi **GZ = GM Sin Ө**

Penjelasan :

Untuk sudut senget Ө tertentu, maka nilai GZ tergantung dari nilai GM (jarak antara titik G dan titik M). Besarnya nilai GM sesuatu kapal dapat dipergunakan sebagai ukuran untuk menilai besarnya stabilitas kapal tersebut, sebab menurut persamaan :

Mp = W x GZ ………………………………………………………….. (1)

Maka momen penegak (Mp) sesuatu kapal dengan berat benaman tertentu adalah semata-mata tergantung dari nilai GZ saja.

Selanjutnya, persamaan :

GZ = GM Sin Ө ……………………………………………………….. (2)

Maka untuk sudut senget tertentu, nilai GZ hanya semata-mata tergantung dari nilai GM. Jadi kesimpulan adalah besar-kecilnya stabilitas sesuatu kapal tergantung pada besar-kecilnya momen penegak yang dimilikinya, sedangkan besar kecilnya momen penegak yang dimilikinya itu tergantung pada besar kecilnya lengan penegak yang dimilikinya. Selanjutnya besar kecilnya lengan penegak yang dimilikinya itu tergantung pada besar kecilnya nilai GM (tinggi metasentris). Oleh karena itu sangat jelas bahwa besar kecilnya tinggi metasentris sesuatu kapal dapat dipergunakan ukuran untuk menilai besar kecilnya stabilitas kapal tersebut. Tinggi metasentris (GM) hanya dapat dipergunakan sebagai ukuran atas besar kecilnya stabilitas untuk sudut-sudut senget yang kecil-kecil saja, sedangkan untuk sudut-sudut senget yang besar, tinggi metasentrum itu tidak dapat dipergunakan sebagai ukuran atas besar kecilnya stabilitas sesuatu kapal. Mengapa

demikian, hal ini dikarenakan apabila kapal menyenget dengan sudut sudut senget yang besar, kedudukan metasentrum (M) tidak lagi tetap berada di tempatnya yang semula, sehingga nilai tinggi metasentrumnya (GM) tidak lagi tetap besarnya, oleh karena itu, rumus $Mp = W \times GM \sin \Theta$ tidak berlaku lagi untuk sudut-sudut senget yang besar.

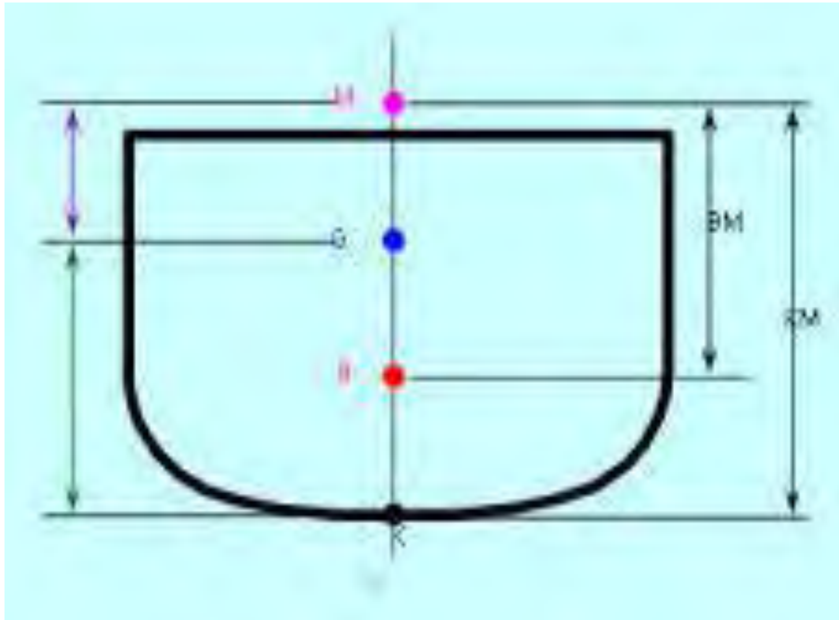
Adapun untuk memperoleh besarnya nilai tinggi metasentris (GM) sesuatu kapal dapat ditempuh dengan beberapa cara, yaitu :

a) Menentukan kedudukan titik M (metasentrum) di atas bidang datar yang dibuat melalui lunas K. Besarnya nilai KM ini dapat diperoleh dengan mempergunakan lengkung hidrostatis atau sebuah tabel yang disusun berdasarkan lengkung tersebut.
b) Mengurangi KM dengan KG akan diperoleh dengan mempergunakan apa yang disebut aturan/dalil momen :

$$KG = \frac{\sum M}{\sum W}$$

Dimana;

$\sum M$ = Jumlah momen (ton)
$\sum W$ = jumlah perkalian titik berat dengan bobot benda (m ton)
KM = adalah tinggi / jarak metacenter dari lunas.
Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas, perhatikan gambar berikut ini :



Gambar 36. Kedudukan Nilai KM, KG, GM

Berdasarkan Gambar 2.14. menunjukan bahwa akan diperoleh beberapa formula atau persamaan sebagai berikut :

GM = KM – KG dan KM = KB + BM

Besarnya nilai KB dapat diperoleh dengan mempergunakan rumus rumus praktis sebagai berikut :

- KB = 0,53 d (kapal bentuk bagian bawah U-bottom)
  dimana d adalah sarat rata-rata pada saat itu, atau mempergunakan :
- Rumus MORRISH FORMULA/NORMANS FORMULA yaitu :

$$\mathbf{KB = \frac{1}{3}\left\{\frac{5}{2}D - \frac{V}{A}\right\}}$$

dimana : D = adalah sarat rata-rata kapal pada saat itu
V = Volume benaman kapal
A = *Area of water plane* (AWP) / Luas bidang air

yang bersangkutan

Sebelum perhitungan-perhitungan stabilitas sebuah kapal mulai dikerjakan, kedudukan titik berat (G) kapal dalam keadaan kosong atau kedudukan titik berat pada saat itu, tergantung pada keadaan sebelum perhitungan-perhitungan itu dilakukan. Apabila kedudukan titik berat kapal dalam keadaan kosong (KG kapal kosong) tidak dapat diperoleh di kapal, maka harus menghubungi kantor pusat (perwakilannya) perusahaan/pemilik kapal dengan maksud untuk mengusahakannya. Kedudukan titik berat setiap muatan yang dibongkar atau yang muat di kapal harus diketahui secara tepat (disamping harus diketahui juga bobot setiap muatan yang dimuat atau yang dibongkar itu, sebab setiap adanya perubahan bobot di kapal akan mengakibatkan berubahnya kedudukan titik berat kapal semula (sebelum dilakukan kegiatan bongkar-muat).

Di dalam praktek, pada umumnya tidak mungkin dapat mengetahui baik bobot maupun kekdudukan titik berat setiap muatan yang dimuat maupun yang dibongkar secara tepat benar. Sekalipun demikian, kita harus dapat memperkirakan kedudukan titik berat setiap muatan (bobot) yang dimuat dan dibongkar itu sedemikan rupa, sehingga nilai-nilainya yang diperkirakan itu sedekat mungkin mendekati kebenaran, sebab apabila nilai-nilainya yang diperkirakan itu jauh dari kenyataannya, maka akan mengakibatkan salah perhitungan yang sangat berarti, sehingga kesalahan yang terjadi tidak dapat diabaikan.

Contoh soal :

a) Sebuah kapal dalam keadaan kosong mempunyai berat benaman 6.000 ton. Titik berat kapal dalam keadaan kosong tersebut terletak 4,5 meter di atas bidang lunasnya. Kapal itu akan dimuati dengan 250 ton muatan yang akan ditempatkan sedemikian rupa, sehingga titik berat muatan itu akan terletak 6 meter di atas

bidang lunasnya. Disamping itu kapal juga akan dimuati satu party muatan yang beratnya 400 ton yang titik beratnya akan terletak 1,5 meter di atas titik berat semulanya.

Ditanyakan : Kedudukan titik berat kapal setelah pemuatan itu dilakukan ?

Jawab :

W	X	KG	=	∑M
6000	X	4,5	=	27000
250	X	6	=	1500
400	X	1,5	=	600
6650	X	KG akhir	=	29100
		KG akhir	=	29100 / 6650
		KG akhir	**=**	**4,3759 m**

b) Sebuah kapal yang pada suatu saat mempunyai berat benaman 7.500 ton titik beratnya terletak 6 meter di atas bidang lunasnya, melakukan pembongkaran bobot sebagai berikut :

700 ton dari 3 meter di atas bidang lunasnya

200 ton dari 4,5 meter di atas bidang lunasnya

100 ton dari 2,4 meter di atas bidang lunasnya

Ditanyakan : Kedudukan titik berat kapal setelah muatan selesai dibongkar.

Jawaban :

W	x	KG	=	∑M
7500	x	6	=	45000
-700	x	3	=	-2100
-200	x	4,5	=	-900
-100	x	2,4	=	-240
6500	x	KG akhir	=	41760
		KG akhir	=	41760

		6500
KG akhir	**=**	**6,4246**

c) Sebuah kapal yang berat benamannya 16.000 ton yang titik beratnya pada saat itu terletak 3,6 meter di atas lunasnya akan memuat sebuah muatan sebanyak 750 ton sehingga titik berat muatan itu akan terletak 2,7 meter di atas lunas. Ditanyakan :

- Kedudukan titik berat kapal setelah selesai memuat
- Berapa jauh dan ke arah manakah kedudukan titik berat itu berpindah

Jawaban :

W	x	KG	=	∑M
16000	x	3,6	=	57600
750	x	2,7	=	2025
16750	x	KG akhir	=	59625
		KG akhir	=	59625
				16750
		KG akhir	**=**	**3,56**

GG1 = 3,56 – 3,60

GG1 = (-) 0,04 m (arah titik berat ke bawah)

d) Sebuah kapal pada suatu saat mempunyai berat benaman 10.000 ton dan titik beratnya terletak 7,5 meter di atas lunas, melakukan kegiatan bongkar dan muat sebagai berikut :

Pemuatan :

700 ton, titik beratnya terletak 4,5 meter di atas lunasnya

500 ton, titik beratnya terletak 3,0 meter di atas lunasnya

300 ton, titik beratnya terletak 2,1 meter di atas lunasnya

450 ton, titik beratnya terletak 2,4 meter di atas lunasnya

Pembongkaran :

600 ton, titik beratnya terletak 2,7 meter di atas lunasnya

800 ton, titik beratnya terletak 4,8 meter di atas lunasnya

400 ton, titik beratnya terletak 3,6 meter di atas lunasnya

Ditanyakan :

- Kedudukan titik berat kapal setelah kegiatan muat bongkar
- Tinggi metasentris (GM) jika KM = 11,21 meter.

Jawaban :

W	x	KG	=	∑M
10000	x	7,5	=	75000
700	x	4,5	=	3150
500	x	3	=	1500
300	x	2,1	=	630
450	x	2,4	=	1080
-600	x	2,7	=	-1620
-800	x	4,8	=	-3840
-400	x	3,6	=	-1440
10150	x	KG akhir	=	74460

$$KG\ akhir = \frac{74460}{10150}$$

KG akhir **= 7,34**

Jadi ; GM = KM – KG

GM = 11,21 – 7,34

GM = 3,87 meter

e) Berat benaman kapal 330 ton dengan KG 15,7', memuat ikan tongkol berturut-turut sebagai berikut : 150 ton dengan KG 7,5’, 80 ton dengan KG 9,4' dan 90 dengan KG 11,7’. Setelah itu membongkar ikan tuna 175 ton dengan KG 12,9’ dan membongkar tongkol beku dengan KG 13,8’. Jika KM akhir 13,65' dan tinggi metasentris akhir 1,87' setelah bongkar muat, maka hitunglah banyaknya ikan tongkol beku yang harus dibongkar (ton).

Jawaban :

KG akhir = KM – GM

KG akhir = 13,65' – 1,87'

KG akhir = 11,78'

Misal : bobot yang dibongkar = y

W	x	KG	=	∑M
330	x	15,7	=	5181
150	x	7,5	=	1125
80	x	9,4	=	752
90	x	11,7	=	1053
-175	x	12,9	=	-2257,5
-y	x	13,8	=	-13,8y
(475-y)	x	11,78	=	5853,5 -13,8y

5595,5 – 11,78y = 5853,5 -13,8y

- 11,78y + 13,80y = 5853,5 – 5595,5

2,02y = 258

y = 258 / 2,02

y **= 127,72 ton**

f) Displacement sebuah kapal 220 ton dengan KG 18,4' memuat ikan tongkol 63 ton dengan KG 7,3' dan setelah itu membongkar ikan tuna 158 ton sehingga KM akhir 18,39' dan tinggi metasentris akhir 3,56'. Hitunglah titik berat kapal itu pada saat membongkar ikan tuna (dalam kaki).

Jawaban :

KG akhir = KM – GM

KG akhir = 18,39' – 3,56'

KG akhir = 14,83'

Misal : titik berat saat bongkar = y

W	x	KG	=	∑M
220	x	18,4	=	4048
63	x	7,3	=	459,9
-158	x	Y	=	-158y
125	x	14,83	=	4507,9 – 158y

1853,75	=	4507,9 – 158y
158y	=	4507,9 – 1853,75
158y	=	2654,15
Y	=	2654,15 / 158
Y	**=**	**16,80 feet**

g) Displacement sebuah kapal 240 ton dengan KG 17,4' memuat ikan tongkol 57 ton dan setelah itu membongkar ikan tuna 146 ton dengan KG 14,7' sehingga KM akhir 19,42' dan tinggi metasentris akhir 2,68'. Hitunglah titik berat kapal pada saat memuat ikan tongkol (dalam kaki).

Jawaban :

KG akhir = KM – GM

KG akhir = 19,42’ – 2,68’

KG akhir = 16,74’

Misal ; titik berat saat muat = y

W	x	KG	=	∑M
240	x	17,4	=	4176
57	x	Y	=	57y
-146	x	14,7	=	-2146,2
151	x	16,74	=	2029,8 + 57y

2527,45	=	2029,8 + 57y
57y	=	2527,45 – 2029,8
57y	=	497,65
y	=	497,65 / 57
y	**=**	**8,73 feet**

h) Berat benaman kapal 310 ton dengan KG 18,3' memuat ikan tengiri 88 ton dengan KG 11,4' dan setelah itu membongkar ikan layaran 165 ton dengan KG 12,7'. Hitunglah tinggi metasentris kapal akhir, jika KM akhir 23,22'.

Jawaban :

W	x	KG	=	∑M
310	x	18,3	=	5673
88	x	11,4	=	1003,2
-165	x	12,7	=	-2095,5
233	x	KG akhir	=	4580,7
		KG akhir	=	4580,7 / 233
		KG akhir	=	19,66

Jadi tinggi metasentris (GM) = KM – KG

= 23,22' – 19,66'

= 3,56'

i) Sebuah kapal dengan TPI = 12, berat benaman 2.500 ton dan titik berat kapal 15,2 kaki di atas lunas. Draft rata-rata awal kapal sama dengan 13' 09", kemudian memuat ikan cakalang 450 ton dengan KG 4,8 kaki di atas lunas. Kemudian setelah itu membongkar ikan tuna beku sehingga draft rata-rata akhir sama dengan 15' 01". Jika KM dan tinggi metsentris berturut-turut 17,1 kaki dan 2,9 kaki, Hitunglah :

- Banyaknya ikan tuna beku yang dibongkar (ton).
- Titik Berat kapal saat bongkar(kaki).

Jawaban :

Selisih draft = draft akhir – draft awal

= 15’ 01” – 13’ 09”

= 01’ 04”

= 16”

Ikan tuna yang dibongkar = 16” x 12

= 192 ton

KG akhir = KM – GM

KG akhir = 17,10’ – 2,90’

KG akhir = 14,2’

Misal ; titik berat saat bongkar = y

W	x	KG	=	∑M
2500	x	15,2	=	38000
450	x	4,8	=	2160
-192	x	Y	=	-192y
2758	x	14,2	=	40160 – 192y
		39163,6	=	40160 – 192y
		192y	=	40160 – 39163,6
		192y	=	996,4
		y	=	996,4 / 192
		y	=	5,19

j) Sebuah kapal dengan TPI = 13, berat benaman 2.500 ton dan titik berat kapal 14,8 kaki di atas lunas. Draft rata-rata awal kapal sama dengan 12' 11", kemudian membongkar ikan cakalang 500 ton dengan KG 4,3 kaki di atas lunas. Kemudian setelah itu memuat ikan tongkol sehingga draft rata-rata akhir sama dengan 14' 02". Jika KM dan tinggi metsentris berturut-turut 17,2 kaki dan 2,1 kaki, Hitunglah :

- Banyaknya ikan tongkol yang dimuat (ton).
- Titik berat kapal saat muat (kaki).

Jawaban :

Selisih draft = draft akhir – draft awal

= 14’ 02” – 12’ 11”

= 01’ 03”

= 15”

Ikan tuna yang dibongkar = 15” x 13

= 195 ton

KG akhir = KM – GM

KG akhir = 17,20’ – 2,10’

KG akhir = 15,1’

Misal ; titik berat saat bongkar = y

W	x	KG	=	∑M
2500	x	14,8	=	37000
-500	x	4,3	=	-2150
195	x	Y	=	195y
2195	x	15,1	=	34850 + 195y
		33144,5	=	34850 + 195y
		195y	=	34850 – 33144,5
		195y	=	1705,5
		y	=	1705,5 / 195
		y	=	8,75

d. Rangkuman pembelajaran 2

1) Titik berat kapal akan bergeser menjauhi titik berat bobot yang dibongkar.
2) Titik berat kapal akan bergeser searah dan sejajar dengan titik berat bobot yang digeser.
3) Apabila muatan diangkat dengan alat bongkar muat di kapal (*boom* atau *ship’s crane*), titik berat muatan (g) akan pindah ke ujung batang pemuat.

4) Trim adalah perbedaan antara draft depan pada haluan dan draft belakang pada buritan. Trim merupakan sudut kemiringan kapal secara membujur. Bila muatan lebih berat di bagian depan disebut trim depan (*trim by the head*), kemudian bila lebih berat di belakang disebut trim belakang (*tim by the stern*). Apabila muatan terkonsentrasi di bagian tengah-tengah kapal disebut Sagging tetapi bila terkonsentrasi di bagian ujung-ujung disebut Hogging.
5) Satu periode oleng lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, kemudian tegak lagi, terus miring ke kanan, sampai kapal kembali tegak lagi
6) Macam-macam periode oleng adalah : *Natural Rolling* adalah oleng kapal di laut tenang. Pada kondisi ini bisa dianalisa bahwa jenis stabilitas kapalnya yaitu langsar atau kaku. *Forced Rolling* adalah olengan kapal di laut/di air yang bergerak atau berombak. *Cynchronous Rolling* adalah suatu keadaan dimana periode olengan kapal sama dengan periode gelombang yang dapat mengakibatkan kapal terbalik.

3. Refleksi

Petunjuk :

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri.
b. Tuliskan jawaban setiap pertanyaan pada lembar refleksi.
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda.

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran pada kegiatan belajar 2 ini ?
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
2. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran pada kegiatan belajar 2 ini ? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
3. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran pada kegiatan belajar 2 ini ?
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran pada kegiatan belajar 2 ini?
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran pada kegiatan belajar 2 ini !
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………

4. Tugas (5M)

a. Mengamati

Mencari informasi hukum geser muatan kapal, periode oleng, perhitungan dimensi pokok stabilitas kapal saat kegiatan bongkar muat, melalui berbagai sumber pustaka (tertulis maupun tidak tertulis).

b. Menanya

Diskusi kelompok tentang materi yang berkaitan dengan hukum geser muatan kapal, periode oleng, perhitungan dimensi pokok stabilitas kapal saat kegiatan bongkar muat.

c. Eksperimen/*explore*

1) Demonstrasi dalam membahas materi tentang hukum geser muatan kapal, periode oleng, perhitungan dimensi pokok stabilitas kapal saat kegiatan bongkar muat secara berkelompok.
2) Eksplorasi pemecahan masalah terkait dengan hukum geser muatan kapal, periode oleng, perhitungan dimensi pokok stabilitas kapal saat kegiatan bongkar muat.

d. Asosiasi

Menyimpulkan pembelajaran mengenai hukum geser muatan kapal, periode oleng, perhitungan dimensi pokok stabilitas kapal saat kegiatan bongkar muat.

e. Mengkomunikasikan

Wakil masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasil demonstrasi tentang materi pembelajaran hukum geser muatan kapal, periode oleng, perhitungan dimensi pokok stabilitas kapal saat kegiatan bongkar muat secara berkelompok.

5. Tes Formatif

1) Jelaskan apa yang maksud dengan trim. Sebutkan macam-macam trim di kapal.
2) Jelaskan apa yang dimaksud sagging dan Hogging.
3) Jelaskan apa yang dimaksud dengan periode oleng.

4) Jelaskan macam-macam olengan kapal.
5) Displacement sebuah kapal 180 ton dengan KG 12,4' membongkar ikan tuna 58 ton dengan KG 11,7' dan memuat ikan cakalang dengan KG 9,8'. Jika KM dan GM akhir berturut-turut 18,26' dan 1,56', maka hitunglah banyaknya ikan cakalang yang dimuat (dalam ton).
6) Displacement sebuah kapal 220 ton dengan KG 18,4' memuat ikan tongkol 63 ton dengan KG 7,3' dan setelah itu membongkar ikan tuna 158 ton sehingga KM akhir 18,39' dan tinggi metasentris akhir 3,56'. Hitunglah titik berat kapal itu pada saat membongkar ikan tuna (dalam kaki).
7) Berat benaman kapal 270 ton dengan KG 17,6' memuat ikan tengiri 103 ton dengan KG 9,6' dan setelah itu membongkar ikan layaran 87 ton dengan KG 8,7'. Hitunglah tinggi metasentris kapal akhir, jika KM akhir 19,01'.
8) Sebuah kapal dengan TPI = 15, berat benaman 2.450 ton dan titik berat kapal 14,7 kaki di atas lunas. Draft rata-rata awal kapal sama dengan 14' 02", kemudian memuat ikan cakalang 500 ton dengan KG 8,4 kaki di atas lunas. Kemudian setelah itu membongkar ikan tongkol sehingga draft rata-rata akhir sama dengan 16' 01". Jika KM dan tinggi metsentris berturut-turut 17,25 kaki dan 2,18 kaki, Hitunglah :
   a. Banyaknya ikan tongkol yang dibongkar (ton).
   b. Titik berat kapal saat bongkar (kaki).
9) Sebuah kapal dalam keadaan miring ke kiri 8^o, memiliki berat benaman 4000 ton dengan tinggi metasentris 0,8 meter. Agar kapal dapat tegak kembali, maka akan dipindahkan sejumlah muatan di salah satu geladaknya dari titik berat 6,1 meter di kiri bidang simetri kapal ke titik berat 9,1 meter di kanan bidang simetri kapal. Hitunglah berat bobot yang dipindahkan tersebut (dalam ton). (tg 8^o =0,141).
10) Berat benaman kapal 5500 ton dengan KG = 5,5 meter dan KM = 6,2 meter. Kapal tersebut dalam keadaan miring ke lambung kiri sebesar 5^o. Sehingga akan dipindahkan muatan seberat 40 ton di sebelah kiri (jarak 4,6 meter dari Center Line) ke sebelah kanan (jarak 6,1 meter dari Center Line).

Berapa derajat kemiringan kapal sekarang dan kearah mana miringnya ?
(tg 6^o = 0,105 dan tg 7^o = 0,123)

11) Berat benaman sebuah kapal 2500 ton dan tinggi metrasentris kapal 0,9 meter dalam keadaan miring ke kanan 7^o. Di salah satu geladak antara ada muatan sebanayak 50 ton dengan titik berat 4,7 meter di kanan dari Center Line akan dipindahkan, sehingga kapal itu dapat tegak kembali. Di mana dan jarak berapa dari CL muatan itu harus ditempatkan ? (tg 7^o =0,123)

12) Berat benaman kapal 2000 ton dan kapal dalam keadaan miring 7,5^o ke arah lambung kanan kapal. Supaya kapal dapat tegak kembali, maka akan dipindahkan muatan seberat 45,8 ton dari jarak 8,7 meter di kiri bidang center line ke arah lambung kanan kapal. Jika tinggi metasentris kapal 2,4 meter, dimanakah muatan tersebut harus ditempatkan ? (tg 7,5^o = 0,132).

13) Berat benaman kapal 2600 ton dalam keadaan miring ke kanan 6^o. Oleh karena itu, akan dipindahkan muatan sebesar 54,6 ton di salah satu geladak antara dari titik berat 8,5 meter di kanan bidang simetri (CL) kapal ke titik berat 5,7 meter di kiri bidang simetri (CL) kapal. Jika KM dan titik berat kapal kapal secara berturut-turut 12,6 meter dan 10,1 meter, berapa derajat kemiringan kapal sekarang dan ke arah mana miringnya ? (tg (tg 6^o = 0,105 dan tg 7^o = 0,123).

14) Berat benaman sebuah kapal 2100 ton dalam keadaan miring ke kiri 6^o. Sehingga muatan seberat 52,3 ton yang berjarak 5,4 meter di kiri Center Line dipindahkan ke jarak 3,5 meter di kanan Center Line. Apabila KG akhir 11,6 meter, maka tentukanlah : (tg 6^o = 0,105)

a. Tinggi metasentris kapal akhir
b. KM akhir

15) Berat benaman kapal 2300 ton dan tinggi metrasentris kapal 1,8 meter dalam keadaan miring ke kiri 5^o. Supaya kapal dapat tegak kembali, maka akan dipindahkan muatan di salah satu geladaknya dari jarak 10,5 meter di

kiri bidang simetri kapal ke jarak 7,1 meter di kanan bidang simetri kapal. Berapa ton bobot muatan yang dipindahkan tersebut. (tg 5^o = 0,088).

Jawaban :

1) Trim adalah perbedaan antara draft depan pada haluan dan draft belakang pada buritan.

   Trim merupakan sudut kemiringan kapal secara membujur, ada dua macam trim, yaitu (1) apabila muatan lebih berat di bagian depan disebut trim depan (*trim by the head*) dan (2) apabila lebih berat di belakang disebut trim belakang (*tim by the stern*).
2) Sagging adalah kondisi muatan jika terkonsentrasi di bagian tengah-tengah kapal. Hogging adalah kondisi jika muatan di kapal terkonsentrasi di bagian ujung-ujung kapal.
3) Satu periode oleng lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, kemudian tegak lagi, terus miring ke kanan, sampai kapal kembali tegak lagi.
4) Macam-macam periode oleng adalah : (1) *Natural Rolling* adalah oleng kapal di laut tenang. Pada kondisi ini bisa dianalisa bahwa jenis stabilitas kapalnya yaitu langsar atau kaku. (2) *Forced Rolling* adalah olengan kapal di laut/di air yang bergerak atau berombak. (3) *Cynchronous Rolling* adalah suatu keadaan dimana periode olengan kapal sama dengan periode gelombang yang dapat mengakibatkan kapal terbalik.

5) Jawaban :

   KG akhir = KM – GM

   KG akhir = 18,26’ – 1,56’

   KG akhir = 16,70’

   Misal ; titik berat saat muat = y

W	x	KG	=	∑M
180	x	12,4	=	2232
-58	x	11,7	=	-678,6
Y	x	9,8	=	9,8Y
122	x	16,70	=	1553,4 + 9,8Y
		2037,4	=	1553,4 + 9,8Y
		9,8Y	=	2037,4 – 1553,4
		9,8Y	=	484,0
		Y	=	484,0 / 9,8
		Y	**=**	**49,39 ton**

6) Jawaban :

KG akhir = KM – GM

KG akhir = 18,39' – 3,56'

KG akhir = 14,83'

Misal ; titik berat saat muat = y

W	x	KG	=	∑M
220	x	18,4	=	4048
63	x	7,3	=	459,9
-158	x	Y	=	-158Y
125	x	14,83	=	4507,9 – 158Y
		1853,75	=	4507,9 – 158Y
		158Y	=	4507,9 – 1853,75
		158Y	=	2654,15
		Y	=	2654,15 / 158
		Y	**=**	**16,80 feet**

7) Jawaban :

W	x	KG	=	∑M
270	x	17,6	=	4752
103	x	9,6	=	988,8
-87	x	8,7	=	-756,9
286	x	KG akhir	=	4983,9

KG akhir = $\frac{4983,9}{286}$

KG akhir = **17,43**

Jadi ; GM = KM – KG

GM = 19,10 – 17,43

GM = 1,67 meter

8) <u>Jawaban :</u>

Selisih draft = draft akhir – draft awal

= 16’ 01” – 14’ 02”

= 01’ 09”

= 21”

Ikan tuna yang dibongkar = 21” x 15

= 315 ton

KG akhir = KM – GM

KG akhir = 17,25’ – 2,18’

KG akhir = 15,07’

Misal ; titik berat saat bongkar = y

W	x	KG	=	∑M
2450	x	14,7	=	36015
500	x	4,3	=	2150
-315	x	Y	=	-315Y
2635	x	15,07	=	40215 – 315Y
		39709,5	=	40215 – 315Y
		315Y	=	40215 – 39709,5
		315Y	=	505,55
		y	=	505,55 / 315
		y	=	1,61 feet

9) Diketahui :

Δ = 4000 ton

GM = 0,8 m

Tg Θ = 8^o (tg 8^o = 0,141)

d = (6,1 + 9,1) m = 15,2 m

Ditanyakan : w (ton) ?

Jawaban :

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times tg\ \Theta}$$

$$0{,}8 = \frac{w \times 15{,}2}{4000 \times tg\ 8^o}$$

$$w = \frac{0{,}8 \times 4000 \times tg\ 8^o}{15{,}2}$$

$$w = \frac{3200 \times (0{,}141)}{15{,}2}$$

$$w = \frac{451{,}2}{15{,}2}$$

w = 29,68421053 ------------ w = 29,68 ton

10) Diketahui :

Δ = 5500 ton

GM = KM – KG = (6,2 – 5,5) m = 0,7 meter

w = 40 ton

d = (6,1 + 4,6) m = 10,7 m

Ditanyakan : sudut senget ?

Jawaban :

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times tg\ \Theta}$$

40 x 10,7

0,7 = ----------------

5500 x tg Θ

40 x 10,7

tg Θ = ---------------

0,7 x 5500

428

tg Θ = ---------

3850

tg Θ = 0,111168831

tg Θ = 0,111

Θ = **06^o 20,0'**

Konversi tangen

Tg 6^o = 0,105

Tg 6^o 20,0' = 0,111

Tg 7^o = 0,123

= (6 x 60) : 18

= 360 ; 18

= 20,0'

Jadi = Tg 6^o + 20,0'

= Tg 6^o 20,0'

11) Diketahui :

Δ = 2500 ton

GM = 0,9 m

Tg Θ = 7^o (tg 7^o = 0,123)

w = 50 ton

Ditanyakan : d (meter) ?

Jawaban :

w x d

GM = -----------

Δ x tg Θ

50 x d

0,9 = ---------------

2500 x tg 7^o

0,9 x 2500 x tg 7^o

d = ------------------------

50

2250 x (0,123)

d = ---------------------

50

$$d = \frac{276{,}75}{50}$$

d = 5,5 meter

d = (5,5 – 4,7) m = 0,8 meter sebelah kiri CL

12) Diketahui :

Δ = 2000 ton

GM = 2,4 m

Tg Θ = $7{,}5^{o}$ (tg $7{,}5^{o}$ = 0,132)

w = 45,8 ton

Ditanyakan : d (meter) dan ke arah mana ?

Jawaban :

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times tg\,\Theta}$$

$$2{,}4 = \frac{45{,}8 \times d}{2000 \times tg\,7{,}5^{o}}$$

$$d = \frac{2{,}4 \times 2000 \times tg\,7{,}5^{o}}{45{,}8}$$

$$d = \frac{4800 \times (0{,}132)}{45{,}8}$$

$$d = \frac{633{,}6}{45{,}8}$$

d = 13,8 meter

d = (13,8 – 8,7) m = 5,1 meter sebelah kanan CL

13) Diketahui :

Δ = 2600 ton

GM = KM – KG = (12,6 – 10,1) m = 2,5 meter

w = 54,6 ton

d = (8,5 + 5,7) m = 14,2 m

Ditanyakan : sudut senget dan ke arah mana ?

Jawaban :

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times tg\ \Theta}$$

$$2,5 = \frac{54,6 \times 14,2}{2600 \times tg\ \Theta}$$

$$tg\ \Theta = \frac{54,6 \times 14,2}{2,5 \times 2600}$$

$$tg\ \Theta = \frac{775,32}{6500}$$

$$tg\ \Theta = 0,11928$$

$$tg\ \Theta = 0,119$$

$$\Theta = \mathbf{06^o\ 46,7'}$$

Konversi tangen

Tg 6^o = 0,105

Tg 6^o 46,7' = 0,119

Tg 7^o = 0,123

= (14 x 60) : 18

= 840 ; 18

= 46,6666667

Jadi = Tg 6^o + 46,7'

Jadi kapal miring sebesar 06^o 46,7' – 06^o 00,0' = 00^o 46,7'.

Kapal miring/senget ke arah lambung kiri kapal sebesar 00^o 46,7'

14) Diketahui :

Δ = 2100 ton

d = (5,4 + 3,5) m = 8,9 m

Tg Θ = 6^o (tg 6^o = 0,105)

w = 52,3 ton

KG akhir = 11,6 meter

Ditanyakan : GM dan KM ?

Jawaban :

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times tg\ \Theta}$$

$$GM = \frac{52,3 \times 8,9}{2100 \times tg\ 6^o}$$

$$GM = \frac{465,47}{2100 \times 0,105}$$

$$GM = \frac{465,47}{220,5}$$

GM = 2,1 m

KM = KG + GM

KM = 11,6 m + 2,1 m

KM = 13,7 m

15) Diketahui :

Δ = 2300 ton

GM = 1,8 m

Tg Θ = 5^o (tg 5^o = 0,088)

d = (10,5 + 7,1) m = 17,6 m

Ditanyakan : w (ton) ?

Jawaban :

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times tg\ \Theta}$$

$$1,8 = \frac{w \times 17,6}{2300 \times tg\ 5^o}$$

$$w = \frac{1,8 \times 2300 \times tg\ 5^o}{17,6}$$

$$w = \frac{4140 \times (0,088)}{17,6}$$

$$w = \frac{364,32}{17,6}$$

$$w = 20,7 \text{ ton}$$

C. Penilaian

1. Sikap

a. Sikap Spiritual

Pedoman Observasi Sikap Spiritual

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap spiritual peserta didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap spiritual yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

1) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
2) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
3) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
4) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : …………………………..…………….

Kelas : ……………..……………………………..

Tanggal Pengamatan : …………….…………………………..

Materi Pokok : ……….…………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu					
2	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan sesuai agama masing-masing					
3	Memberi salam sesuai agama masing-masing sebelum dan sesudah menyampaikan pendapat / presentasi					
4	Mengucapkan keagungan Tuhan apabila melihat kebesaran Tuhan sesuai agama masing-masing					

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
5	Menambah rasa keimanan akan keberadaan dan kebesaran Tuhan saat mempelajari ilmu pengetahuan					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

b. Sikap Sosial

1) Jujur

Pedoman Observasi Sikap Jujur

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kejujuran. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap jujur yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : …………………………..……………..
Kelas : …………..………………………………..
Tanggal Pengamatan : ……………..…………………………..
Materi Pokok : ……..…………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Tidak menyontek dalam mengerjakan ujian / ulangan					
2	Tidak melakukan plagiat (mengambil/menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumber) dalam mengerjakan setiap tugas					
3	Mengemukakan perasaan terhadap sesuatu apa adanya					
4	Melaporkan data atau informasi apa adanya					
5	Mengakui kesalahan atau kekurangan yang dimiliki					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

2) Disiplin

Pedoman Observasi Sikap Disiplin

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kedisiplinan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Ya = apabila siswa menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan

Tidak = apabila siswa tidak menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan.

Nama Peserta Didik : ………………………….…………..

Kelas : ………….……………………………..

Tanggal Pengamatan : ………….……………………………..

Materi Pokok : ………….……………………………..

No	Aspek yang diamati	Melakukan		Ket.
		YA	TIDAK	
1	Masuk kelas tepat waktu			
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu			
3	Memakai seragam sesuai tata tertib			
4	Mengerjakan tugas yang diberikan			
5	Tertib dalam mengikuti pembelajaran			
6	Mengikuti praktikum dengan benar			
7	Membawa buku tulis sesuai mata pelajaran			
8	Membawa buku teks mata pelajaran			
Jumlah				

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila terdapat 7 – 8 jawaban YA

Baik : apabila terdapat 5 – 6 jawaban YA

Cukup : apabila terdapat 3 – 4 jawaban YA

Kurang : apabila terdapat 1 – 2 jawaban YA

3) Tanggung Jawab

Pedoman Observasi Sikap Tanggung Jawab

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam tanggung jawab. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai

sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-2 melakukan & sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : …………………………..…………….

Kelas : ……………..……………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………..……………………………..

Materi Pokok : ……………..……………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Melaksanakan tugas individu dengan baik					
2	Menerima resiko dari tindakan yang dilakukan					
3	Tidak menuduh orang lain tanpa bukti yg akurat					
4	Mengembalikan barang yang dipinjam					
5	Meminta maaf atas kesalahan yang dilakukan					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

4) Toleransi

Pedoman Observasi Sikap Toleransi

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam toleransi. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap toleransi yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ………………………….…………..

Kelas : …………..…………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………..…………………………..

Materi Pokok : ………..………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Menghormati pendapat teman yang berbicara					
2	Menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender					
3	Menerima kesepakatan meskipun berbeda dengan pendapatnya					
4	Menerima kekurangan orang lain					
5	Mememaafkan kesalahan orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

5) Gotong Royong

Pedoman Observasi Sikap Gotong Royong

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam gotong royong. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap gotong royong yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..…………….

Kelas : …………..……………………………..

Tanggal Pengamatan : …………..……………………………..

Materi Pokok : ……..……………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Aktif dalam kerja kelompok					
2	Suka menolong teman/orang lain					
3	Kesediaan melakukan tugas sesuai kesepakatan					
4	Rela berkorban untuk orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 13 - 16

Baik : apabila memperoleh skor 9 - 12

Cukup : apabila memperoleh skor 5 - 8

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 4

6) Santun

Pedoman Observasi Sikap Santun

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kesantunan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap santun yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………….……………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : ……………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Menghormati orang yang lebih tua					
2	Mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain					
3	Menggunakan bahasa santun saat menyampaikan pendapat					
4	Menggunakan bahasa santun saat mengkritik pendapat teman					
5	Bersikap 3S (salam, senyum, sapa) saat bertemu orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

7) Percaya Diri

Pedoman Observasi Sikap Percaya Diri

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam percaya diri. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap percaya diri yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-2 melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..……………..

Kelas : …………..……………………………..

Tanggal Pengamatan : …………..……………………………..

Materi Pokok : ……..……………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Berani presentasi di depan kelas					
2	Berani berpendapat, bertanya, atau menjawab suatu pertanyaan					
3	Berpendapat/melakukan kegiatan tanpa ragu-2					
4	Mampu membuat keputusan dengan cepat					
5	Tidak mudah putus asa/pantang menyerah					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

2. Pengetahuan

Melalui pemahaman tentang materi pembahasan yang telah dikemukakan di atas, setiap siswa diharapkan memiliki kemampuan atau kompetensi dalam hal-hal berikut:

a. Memberi penjelasan tentang bagian kapal dan fungsinya
b. Memberi penjelasan tentang bentuk haluan dan buritan kapal
c. Memberi penjelasan tentang tipe dan ukuran kapal

Indikator penilaian kemampuan atau kompetensi peserta didik adalah: ketepatan penjelasan perbandingan dan contoh-contoh yang diberikan (lisan dan tertulis) dengan bobot nilai sebesar 70% dan keaktifan individu dengan nilai bobot sebesar 30%.

Penilaian dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, baik pada waktu kegiatan belajar mengajar maupun melalui laporan pelaksanaan tugas latihan yang dilakukan oleh siswa secara mandiri (perorangan ataupun kelompok).

3. Keterampilan

Melalui pemahaman tentang materi pembahasan yang telah dikemukakan di atas, setiap siswa diharapkan memiliki kemampuan atau kompetensi dalam hal-hal berikut:

a. Memberi penjelasan tentang bagian kapal dan fungsinya
b. Memberi penjelasan tentang bentuk haluan dan buritan kapal
c. Memberi penjelasan tentang tipe dan ukuran kapal

Indikator penilaian kemampuan atau kompetensi peserta didik adalah: ketepatan penjelasan perbandingan dan contoh-contoh yang diberikan (lisan dan tertulis) dengan bobot nilai sebesar 70% dan keaktifan individu dengan nilai bobot sebesar 30%.

Penilaian dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, baik pada waktu kegiatan belajar mengajar maupun melalui laporan pelaksanaan tugas latihan yang dilakukan oleh siswa secara mandiri (perorangan ataupun kelompok).

Kegiatan Pembelajaran 3. Plimsol mark dan permukaan bebas

A. Deskripsi

Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan (BSKP) adalah ilmu yang mempelajari tentang beberapa bagian-bagian dari kapal, di antaranya adalah ukuran-ukuran pokok kapal yang terdiri dari ukuran membujur/memanjang, ukuran melintang atau melebar dan ukuran tegak (vertikal), dan dasar-dasar ilmu perkapalan yang meliputi tipe-tipe kapal, gambar rencana garis, karakteristik hidrostatistika serta dasar-dasar stabilitas, trim dan peluncuran kapal serta mempelajari kesetimbangan kapal pada saat diapungkan, tidak miring kekiri atau kekanan, demikian pula pada saat berlayar, pada saat kapal diolengkan oleh ombak atau angin, kapal dapat tegak kembali. Untuk dapat mengikuti mata pelajaran ini dengan baik, peserta didik sudah harus memahami dasar-dasar keseimbangan gaya, persamaan diferensial dan integral.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan pembelajaran 3

Setelah mempelajari kegiatan belajar 3 ini, maka diharapkan peserta didik akan dapat :

a. Menjelaskan tentang merkah kambangan (plimsol mark) kapal.
b. Menjelaskan efek permukaan bebas (*free surface effect*) di kapal.

2. Uraian materi

a. Sejarah Lambang Plimsoll Mark

Samuel Plimsoll (1824-1898) adalah anggota Parlemen Inggris yang prihatin dengan hilangnya kapal dan awak kapal karena *overloading* muatan pada kapal. Pada tahun 1876, dia Mengusulkan kepada Parlemen untuk meluluskan Kapal **unseaworthy Bill** yang diamanatkan menandai sisi kapal dengan garis yang akan menghilang di bawah permukaan air apabila suatu kapal kelebihan muatan (***overloading*****)**. Garis ini juga dikenal sebagai tanda **Plimsoll,** yang ditemukan midship dan sampai saat ini **Plimsoll Mark** telah masih digunakan oleh semua kapal di seluruh dunia.

Gambar 37. Samuel Plimsoll (1824-1898

Samuel Plimsoll lahir di Bristol dan segera pindah ke **Whiteley Wood Hall, Sheffield** juga menghabiskan sebagian masa kecilnya di Penrith, Cumberland. Meninggalkan sekolah pada usia dini, dia menjadi pegawai di

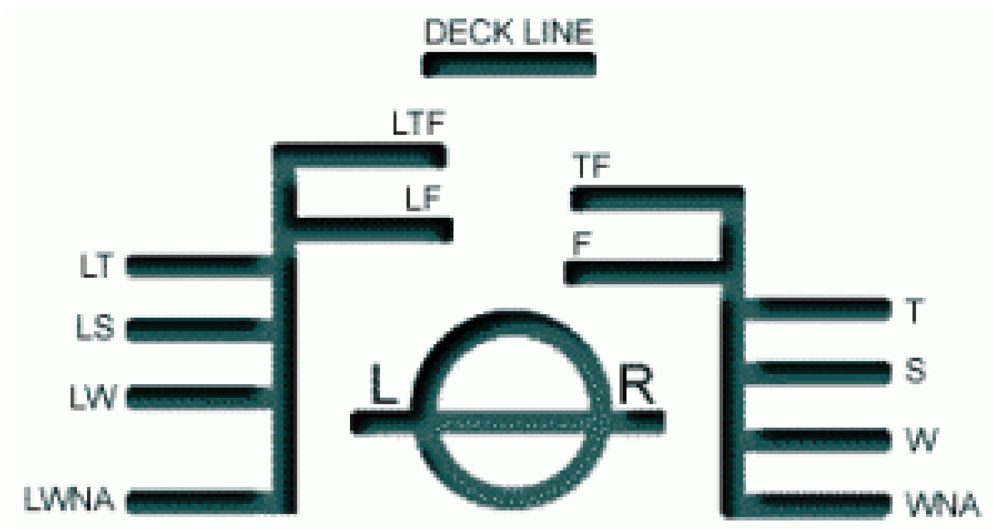
Rawson Brewery, dan bangkit untuk menjadi manajer. Pada tahun 1853, ia berusaha untuk menjadi seorang pedagang batubara di London. Ia gagal dan berkurang menjadi kemelaratan. Melalui pengalaman ini, ia belajar untuk bersimpati dengan perjuangan kaum miskin, dan ketika nasib baiknya kembali, ia memutuskan untuk mengabdikan waktunya untuk memperbaiki kondisi mereka. Usahanya diarahkan terutama terhadap apa yang dikenal sebagai "kapal peti mati": kapal laik laut dan kelebihan beban, sering berat diasuransikan, di mana pemilik tidak bermoral mempertaruhkan nyawa awak mereka.

Plimsoll mark adalah sebuah tanda untuk membatasi jumlah berat yang boleh diangkut oleh sebuah kapal dengan aman. Pada tahun 1867 seorang anggota Parlemen Inggris bernama Sir Samuel Plimsoll mempunyai gagasan agar semua kapal yang berbendera Inggris untuk memasang merkah kambangan. Penjelasannya akhirnya diundangkan pada tahun 1890 untuk penyeragaman. Untuk mengabadikan pencetusnya maka disebut Plimsoll Mark. Plimsoll mark kemudian diikuti oleh negara-negara maritim lainnya. Plimsoll mark juga disebut Garis Muatan atau Load Line.

Plimsoll mark (Freeboard mark) menurut catatan sejarah bermula dari abad pertengahan, negara Italia telah mempunyai undang-undang untuk pemuatan di atas kapal, dimana setelah dilakukan pemeriksaan dan perhitungan, maka lambung kapal diberi tanda. Asal mula dari lingkaran sebagai tanda Plimsoll mark yang dipergunakan sampai sekarang ini ialah dari Sardinia, dimana sarat maksimum dari kapal pada waktu itu ditandai dengan sebuah titik yang merupakan sebuah pusat dari lingkaran. Sedangkan orang – orang Venesia menandainya dengan gambar Salib, dan orang Genoa dengan tiga baris yang membujur terbuat dari besi.

b. Pengertian plimsol mark

Plimsoll Mark adalah sebuah tanda pada lambung kapal untuk membatasi draft maksimun sebuah kapal demi keamanan dan keselamatan kapal sesuai dengan daearah / musim dimana kapal tersebut berlayar. Dengan demikian dapat menjamin kapal masih mempunyai daya apung cadangan yang cukup. Untuk keselamatan kapal maka setiap kapal tidak dijinkan memuat melebihi kapasitasnya sehingga harus memuat sesuai garis muat pada Plimsoll Mark (Gambar 3.2).



Gambar 38. Plimsol mark

Pada Gambar 3.2 menunjukan bahwa garis dek ditampilkan di sini hanya untuk ilustrasi. Biasanya jarak antara garis geladak dan tanda Plimsoll lebih besar dari yang ditampilkan. Jarak antara garis geladak dan tanda dimana kapal tersebut dimuat adalah Freeboard tersebut. Tanda diperlukan untuk secara permanen tetap ke bagian tengah kapal kapal di kedua sisi lambung dan dicat dengan warna yang kontras dengan warna lambung. Di samping lingkaran terdapat garis yang mengindikasikan minimum freeboard.

1) S = Summer yakni maksimum kapal dapat termuati ketka musim panas,
2) W= Winter yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim dingin,

3) T= Tropics yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim tropis,
4) WNA= Winter North Atlantics yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim dingin di Atlantik Utara,
5) TF = Tropical Fresh Water yakni maksimum kapal dapat termuati ketika air tawar musim tropis,
6) F= Fresh Water yakni maksimum kapal dapat termuati ketika air tawar.
7) L= Lumber yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim tersebut untuk kapal yang membawa kayu.

Tanda Plimsoll merupakan garis horisontal yang menembus lingkaran. Tanda ini dicantumkan tegak lurus di bawah tengah-tengah garis geladak sedemikian rupa sehingga jarak antara dari sisi atas kedua garis sama dengan Lambung Timbul Musim Panas (Freeboard Summer). Adapun ketebalan garis-garis pada tanda Plimsoll tersebut adalah setebal 25 mm. Disamping dari tanda Plimsoll terdapat beberapa garis lambung timbul yang menunjukkan tinggi maksimum garis muat bagi keadaan tertentu sesuai dengan daerah pelayaran dimana kapal tersebut berada dan dengan sendirinya dapat diketahui batasan maksimum daya angkut kapal itu demi untuk menjaga keamanan kapal, muatan dan keselamatan Jiwa manusia di laut.

c. Permukaan bebas (free surface)

Permukaan bebas terjadi di dalam kapal bila terdapat suatu permukaan cairan yang bergerak dengan bebas, bila kapal mengoleng di laut dan cairan di dalam tanki bergerak-gerak akibatnya titik berat cairan tadi tidak lagi berada di tempatnya semula (Gambar 3.3). Titik G dari cairan tadi kini berada di atas cairan tadi, gejala ini disebut dengan kenaikan semu titik berat, dengan demikian perlu adanya koreksi terhadap nilai GM yang kita perhitungkan dari kenaikan semu titik berat cairan tadi pada saat kapal mengoleng sehingga diperoleh nilai GM yang efektif. Perhitungan untuk koreksi permukaan bebas dapat mempergunakan rumus :

$$gg_1 = r \cdot x \frac{l \times b^3}{12 \times 35 \times W}$$

dimana,;

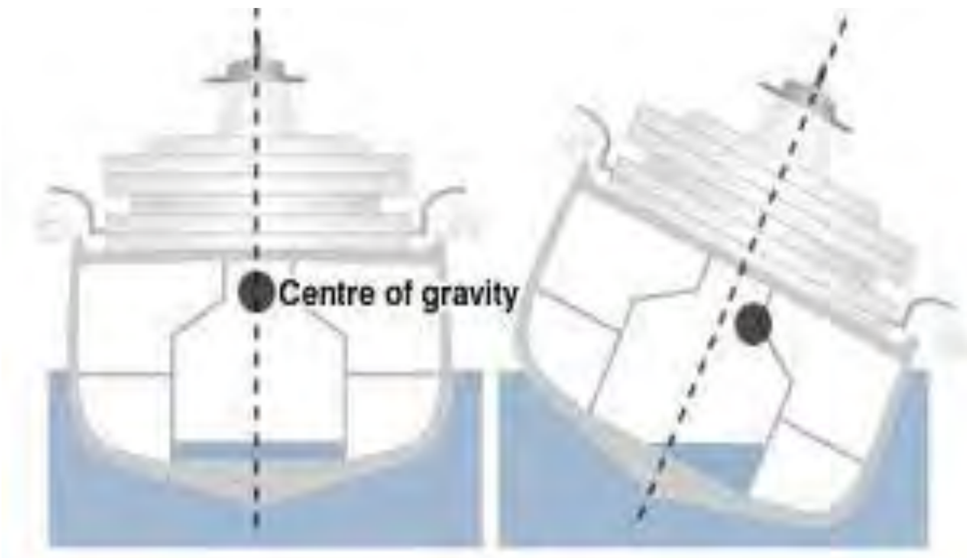
gg1 = pergeseran tegak titik G ke G1

r = berat jenis di dalam tanki dibagi berat jenis cairan di luar kapal

l = panjang tanki

b = lebar tanki

W = displasemen kapal, (Rubianto, 1996)



Gambar 39. Permukaan bebas

Bedasarkan Gambar 39 menunjukan bahwa dalam keadaan tertentu permukaan bebas yang ada di kapal dapat merubah stabilitas kapal positif menjadi negatif. Hal ini dikarenakan pada waktu tegak, maka permukaan air dalam tanki titik beratnya akan berpindah di luar centre line. Dikarenakan ukuran semua stabilitas diukur dari centre line.

Adapun prinisp-prinsip permukaan bebas adalah :

1) Pengaruh permukaan bebas tergantung pada ukuran permukaan cairan yang bergerak bebas dan isi benaman kapal.

2) Pengaruh hubungan antara berat jenis cairan di dalam tanki dan berat jenis air di mana kapal terapung terhadap pengaruh permukaan bebas tidak terlalu besar.
3) Pengaruh permukaan bebas tidak tergantung dari jumlah atau berat cairan dalam tanki.
4) Berat dan letak titik berat cairan mempunyai pengaruh terhadap stabilitas melintang kapal, tetapi tidak ada hubungannya dengan pengaruh permukaan bebas.
5) Lebar permukaan cairan mempunyai peranan yang paling besar dalam pengaruh permukaan bebas ini.
1) Pengaruh permukaan bebas

   Apabila kapal mengoleng di laut dan cairan dalam tanki bergerak-gerak dari kiri ke kanan dan sebaliknya akibatnya titik berat cairan tadi tidak lagi berada pada tempatnya semula. Ternyata titik itu berada di atas cairan tersebut. keadaan ini mirip dengan pembahasan jari-jari metasentris (BM) kapal dimana cairan ini mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan gerakan titik g merupakan busur sebuah lingkaran dimana m menjadi titik pusatnya dan GM sebagai jari-jarinya.

   Oleh karena itu, maka berat cairan ini terasa seolah-olah berada di titik m. dengan demikian, maka formulanya adalah :

$$\mathbf{GM} = \frac{\mathbf{i}}{\mathbf{V}}$$

   Dimana :

   I = momen kelembaman dari cairan

   V = volume cairan dalam tanki

   Pergerakan atau pergeseran tegak titik berat kapal dari G ke G1 menurut hokum pergeseran yang sudah dibahas pada pembelajaran 1 adalah sebagai berikut :

$$GG1 = \frac{\mathbf{W \times d}}{\boldsymbol{\Delta}}$$

Dimana :

W = berat cairan dalam tangki, jika cairan tadi adalah air laut maka:

w = V/35

d = jarak kenaikan semu titik berat cairan yaitu sama dengan

GM = 1/v

Δ = berat benaman kapal, jika kapal terapung di air laut maka

Δ = v/35

Sehingga formula setelah disubstitusikan menjadi :

$$\mathbf{GG1} = \frac{\mathbf{W \times d}}{\boldsymbol{\Delta}}$$

$$\mathbf{GG1} = \frac{\mathbf{v/35 \times 1/v}}{\mathbf{v/35}} = \frac{\mathbf{i}}{\mathbf{V}}$$

Pada umumnya bentuk tanki adalah kotak, dengan begitu rumusnya menjadi sebagai berikut :

$$\mathbf{i} = \frac{\mathbf{L \times B^3}}{\mathbf{12V}}$$

Dimana :

L = panjang tangki

B = lebar tangki

$$\mathbf{GG1} = \frac{\mathbf{L \times B^3}}{\mathbf{12V}}$$

Bila cairan yang bergerak bebas di dalam tanki bukan air laut dan jika kapal tidak terapung di air lautyang berat jenisnya 1,025, maka rumusnya menjadi :

$$\mathbf{GG1 = r \frac{L \times B^3}{12V}}$$

Dimana ;

$$r = \frac{\text{Berat jenis cairan dalam tanki}}{\text{Berat jenis cairan di luar kapal}}$$

Biasanya untuk memudsahkan pekerjaan mualim, maka koreksi permukaan bebas dapat menggunakan daftar koreksi permukaan bebas (*Table of Free surface*) seperti disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Table of free surface corrections (feet)

		LEBAR TANGKI (DALAM KAKI)						
		5	10	15	20	25	30	35
PANJANG TANGKI (DALAM KAKI)	10	Neg	Neg	0,01	0,02	0,04	0,06	0,10
	20	Neg	Neg	0,02	0,04	0,07	0,13	0,20
	30	Neg	Neg	0,02	0,06	0,11	0,19	0,30
	40	Neg	0,01	0,03	0,08	0,15	0,25	0,41
	50	Neg	0,01	0,04	0,10	0,19	0,31	0,51
	60	Neg	0,01	0,05	0,11	0,22	0,39	0,62
	70	Neg	0,02	0,06	0,13	0,26	0,45	0,73
	80	Neg	0,02	0,06	0,15	0,3	0,51	0,84

Pada daftar di atas dibuat untuk berat benaman = 10.000 ton dimana kapal terapung di air laut dan isi tangki adalah air laut pula. Permasalahannya adalah apabila cairan di dalam tanki bukan air laut, maka pembacaan daftar masih harus dikalikan dengan r. apabila berat benaman kapal bukan 10,000 ton, maka pembacaan daftar harus dikalikan dengan factor pengali seperti yang tertera pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Konversi faktor pengali dengan berat benaman

Berat benaman	Faktor pengali	Berat benaman	Faktor pengali
5.000	2,00	11.000	0,91
6.000	1,67	12.000	0,83
7.000	1,43	13.000	0,77
8.000	1,25	14.000	0,71
9.000	1,11	15.000	0,67

Contoh soal :

a) Sebuah tangki yang panjangnya 50 kaki dan lebarnya 30 kaki terisi sebagian dengan minyak yang berat jenisnya 0,8. Jika berat benamannya 13.000 ton, maka hitung pengurangan tinggi metasentris karena efek permukaan bebas tersebut.

b) Sebuah tangki yang panjangnya 70 kaki dan lebarnya 35 kaki terisi sebagian dengan minyak yang berat jenisnya 0,83. Jika berat benamannya 7.000 ton, maka hitung pengurangan tinggi metasentris karena efek permukaan bebas tersebut.

Jawaban :

a) Diketahui :

L = 50 kaki

B = 30 kaki

Bj dlm tangki = 0,8

Δ = 13.000

Cara perhitungan adalah :

$$GG1 = r \frac{L \times B^3}{12V}$$

$$GG1 = 0{,}8 \frac{50 \times (30)^3}{12 \times 35 \times 13.000}$$

$$GG1 = \frac{1.080.000}{5.460.000}$$

GG1 = 0,197' ------------- GG1 = 0,2 kaki

Jadi pengurangan tinggi metasentris (GM) adalah 0,2 kaki

Dengan menggunakan daftar :

Lihat daftar tabel 6 dan 7 di atas.

Nilai daftar 6 = 0,31 (L = 50 ft dam B = 30 ft)

Nilai daftar 7 = 0,77 (lihat berat benaman 13.000)

r = 0,8 / 1,025

GG1 = (0,8 / 1,025) x 0,31 x 0,77

GG1 = 0,19096 / 1,025

GG1 = 0,186302439'

GG1 = 0,2 kaki

Jadi pengurangan tinggi metasentris (GM) adalah 0,2 kaki

b) Diketahui :

L = 70 kaki

B = 35 kaki

Bj dlm tangki = 0,83

Δ = 7.000

Cara perhitungan adalah :

$$GG1 = r \frac{L \times B^3}{12V}$$

$$GG1 = 0{,}83 \frac{70 \times (35)^3}{12 \times 35 \times 7.000}$$

$$GG1 = \frac{2.491.037{,}5}{2.940.000}$$

GG1 = 0,847291666' ------------- GG1 = 0,9 kaki

Jadi pengurangan tinggi metasentris (GM) adalah 0,9 kaki

Dengan menggunakan daftar :

Lihat tabel daftar 6 dan 7 di atas.

Nilai daftar 6 = 0,73 (L = 70 ft dam B = 35 ft)

Nilai daftar 7 = 1,43 (lihat berat benaman 7.000)

r = 0,83 / 1,025

GG1 = (0,83 / 1,025) x 0,73 x 1,43

GG1 = 0,86647 / 1,025

GG1 = 0,84530439'

GG1 = 0,9 kaki

Jadi pengurangan tinggi metasentris (GM) adalah 0,9 kaki

d. Rangkuman pembelajaran 3

1) Plimsoll Mark adalah sebuah tanda pada lambung kapal untuk membatasi draft maksimun sebuah kapal demi keamanan dan keselamatan kapal sesuai dengan daearah / musim dimana kapal tersebut berlayar.
2) Tanda-tanda simbol pada merkah kambangan adalah S = Summer yakni maksimum kapal dapat termuati ketka musim panas, W= Winter yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim dingin, T= Tropics yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim tropis, WNA= Winter North Atlantics yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim dingin di atlantik utara, TF = Tropical Fresh Water yakni maksimum kapal dapat termuati ketika air tawar musim tropis, F= Fresh Water yakni maksimum kapal dapat termuati ketika air tawar. L= Lumber yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim tersebut untuk kapal yang membawa kayu.

3) Permukaan bebas terjadi di dalam kapal bila terdapat suatu permukaan cairan yang bergerak dengan bebas, bila kapal mengoleng di laut dan cairan di dalam tanki bergerak-gerak akibatnya titik berat cairan tadi tidak lagi berada di tempatnya semula.

3. Refleksi

Petunjuk :

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri.

b. Tuliskan jawaban setiap pertanyaan pada lembar refleksi.

c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda.

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran pada kegiatan belajar 3 ini ?
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
2. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran pada kegiatan belajar 3 ini ? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
3. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran pada kegiatan belajar 2 ini ?
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran pada kegiatan belajar 3 ini?
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran pada kegiatan belajar 3 ini !
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………

4. Tugas

a. Mengamati

Mencari informasi tentang materi plimsol mark dan perhitungan efek permukaan bebas (*free surface effect*) pada kapal yang senget melalui berbagai sumber pustaka (tertulis maupun tidak tertulis).

b. Menanya

Diskusi kelompok tentang materi yang berkaitan dengan plimsol mark dan perhitungan efek permukaan bebas (*free surface effect*) pada kapal yang senget.

c. Eksperimen/*explore*

1) Demonstrasi dalam membahas materi tentang plimsol mark dan perhitungan efek permukaan bebas (*free surface effect*) pada kapal yang senget secara berkelompok.
2) Eksplorasi pemecahan masalah terkait dengan plimsol mark dan perhitungan efek permukaan bebas (*free surface effect*) pada kapal yang senget.

d. Asosiasi

Menyimpulkan pembelajaran mengenai plimsol mark dan perhitungan efek permukaan bebas (*free surface effect*) pada kapal yang senget

e. Mengkomunikasikan

Wakil masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasil demonstrasi tentang materi pembelajaran plimsol mark dan perhitungan efek permukaan bebas (*free surface effect*) pada kapal yang senget secara berkelompok.

5. Tes Formatif

a) Apa yang dimaksud dengan plimsol mark ?
b) Jelaskan beberapa singkatan yang ada pada merkah kambangan kapal.
c) Apa yang dimaksud dengan permukaan bebas (*free surface*).
d) Jelaskan prinsip-prinsip permukaan bebas di kapal.
e) Sebuah tangki yang panjangnya 70 kaki dan lebarnya 35 kaki terisi sebagian dengan minyak yang berat jenisnya 0,83. Jika berat benamannya 7.000 ton, maka hitung pengurangan tinggi metasentris karena efek permukaan bebas tersebut.

Jawaban :

a. Plimsoll Mark adalah sebuah tanda pada lambung kapal untuk membatasi draft maksimun sebuah kapal demi keamanan dan keselamatan kapal sesuai dengan daearah / musim dimana kapal tersebut berlayar.
b. Simbol pada merkah kambangan adalah S = Summer yakni maksimum kapal dapat termuati ketka musim panas, W= Winter yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim dingin, T= Tropics yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim tropis, WNA= Winter North Atlantics yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim dingin di atlantik utara, TF = Tropical Fresh Water yakni maksimum kapal dapat termuati ketika air tawar musim tropis, F= Fresh Water yakni maksimum kapal dapat termuati ketika air tawar. L= Lumber yakni maksimum kapal dapat termuati ketika musim tersebut untuk kapal yang membawa kayu.
c. Permukaan bebas terjadi di dalam kapal bila terdapat suatu permukaan cairan yang bergerak dengan bebas, bila kapal mengoleng di laut dan cairan di dalam tanki bergerak-gerak akibatnya titik berat cairan tadi tidak lagi berada di tempatnya semula.

d. Prinisp-prinsip permukaan bebas adalah :

1) Pengaruh permukaan bebas tergantung pada ukuran permukaan cairan yang bergerak bebas dan isi benaman kapal.
2) Pengaruh hubungan antara berat jenis cairan di dalam tanki dan berat jenis air di mana kapal terapung terhadap pengaruh permukaan bebas tidak terlalu besar.
3) Pengaruh permukaan bebas tidak tergantung dari jumlah atau berat cairan dalam tanki.
4) Berat dan letak titik berat cairan mempunyai pengaruh terhadap stabilitas melintang kapal, tetapi tidak ada hubungannya dengan pengaruh permukaan bebas.
5) Lebar permukaan cairan mempunyai peranan yang paling besar dalam pengaruh permukaan bebas ini.

e. Diketahui :

L	=	60 kaki
B	=	20 kaki
Bj dlm tangki	=	0,74
Δ	=	5.000

Cara perhitungan adalah :

$$GG1 = r \frac{L \times B^3}{12V}$$

$$GG1 = 0{,}74 \frac{60 \times (20)^3}{12 \times 35 \times 5.000}$$

$$GG1 = \frac{355.200}{2.100.000}$$

GG1 = 0,169142857’ ------------- GG1 = 0,2 kaki

Jadi pengurangan tinggi metasentris (GM) adalah 0,2 kaki

Dengan menggunakan daftar :

Lihat daftar 3.1 dan 3.2 di atas.

Nilai daftar 3.1 = 0,11 (L = 60 ft dam B = 20 ft)

Nilai daftar 3.2 = 2,00 (lihat berat benaman 5.000)

r = 0,74 / 1,025

GG1 = (0,74 / 1,025) x 0,11 x 2,00

GG1 = 0,1628 / 1,025

GG1 = 0,158829268’

GG1 = 0,2 kaki

Jadi pengurangan tinggi metasentris (GM) adalah 0,2 kaki

C. Penilaian

1. Sikap

a. Sikap Spiritual

Pedoman Observasi Sikap Spiritual

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap spiritual peserta didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap spiritual yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

1) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
2) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
3) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
4) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ………………………….……………..
Kelas : ………….………………………………..
Tanggal Pengamatan : ………….……………………………..
Materi Pokok : ………..………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu					
2	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan sesuai agama masing-masing					
3	Memberi salam sesuai agama masing-masing sebelum dan sesudah menyampaikan pendapat / presentasi					
4	Mengucapkan keagungan Tuhan apabila melihat kebesaran Tuhan sesuai agama masing-masing					

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
5	Menambah rasa keimanan akan keberadaan dan kebesaran Tuhan saat mempelajari ilmu pengetahuan					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

b. Sikap Sosial

1) Jujur

Pedoman Observasi Sikap Jujur

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kejujuran. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap jujur yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………………………

Kelas : ……………………………………………

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………

Materi Pokok : ……………………………………………

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Tidak menyontek dalam mengerjakan ujian / ulangan					
2	Tidak melakukan plagiat (mengambil/menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumber) dalam mengerjakan setiap tugas					
3	Mengemukakan perasaan terhadap sesuatu apa adanya					
4	Melaporkan data atau informasi apa adanya					
5	Mengakui kesalahan atau kekurangan yang dimiliki					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

2) Disiplin

Pedoman Observasi Sikap Disiplin

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kedisiplinan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Ya = apabila siswa menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan

Tidak = apabila siswa tidak menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan.

Nama Peserta Didik : ……………………………………………..

Kelas : ……………………………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………………………………..

Materi Pokok : ……………………………………………..

No	Aspek yang diamati	Melakukan		Ket.
		YA	TIDAK	
1	Masuk kelas tepat waktu			
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu			
3	Memakai seragam sesuai tata tertib			
4	Mengerjakan tugas yang diberikan			
5	Tertib dalam mengikuti pembelajaran			
6	Mengikuti praktikum dengan benar			
7	Membawa buku tulis sesuai mata pelajaran			
8	Membawa buku teks mata pelajaran			
Jumlah				

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila terdapat 7 – 8 jawaban YA

Baik : apabila terdapat 5 – 6 jawaban YA

Cukup : apabila terdapat 3 – 4 jawaban YA

Kurang : apabila terdapat 1 – 2 jawaban YA

3) Tanggung Jawab

Pedoman Observasi Sikap Tanggung Jawab

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam tanggung jawab. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai

sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-2 melakukan & sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : …………………………..…………….

Kelas : …………..……………………………..

Tanggal Pengamatan : …………..……………………………..

Materi Pokok : ……..……………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Melaksanakan tugas individu dengan baik					
2	Menerima resiko dari tindakan yang dilakukan					
3	Tidak menuduh orang lain tanpa bukti yg akurat					
4	Mengembalikan barang yang dipinjam					
5	Meminta maaf atas kesalahan yang dilakukan					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

4) Toleransi

Pedoman Observasi Sikap Toleransi

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam toleransi. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap toleransi yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..……………..
Kelas : ……………..…………………………………..
Tanggal Pengamatan : ……………..…………………………………..
Materi Pokok : ……..………………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Menghormati pendapat teman yang berbicara					
2	Menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender					
3	Menerima kesepakatan meskipun berbeda dengan pendapatnya					
4	Menerima kekurangan orang lain					
5	Mememaafkan kesalahan orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

5) Gotong Royong

Pedoman Observasi Sikap Gotong Royong

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam gotong royong. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap gotong royong yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..…………….

Kelas : …………….……………………………..

Tanggal Pengamatan : …………….……………………………..

Materi Pokok : …….………………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Aktif dalam kerja kelompok					
2	Suka menolong teman/orang lain					
3	Kesediaan melakukan tugas sesuai kesepakatan					
4	Rela berkorban untuk orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 13 - 16

Baik : apabila memperoleh skor 9 - 12

Cukup : apabila memperoleh skor 5 - 8

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 4

6) Santun

Pedoman Observasi Sikap Santun

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam kesantunan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap santun yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : …………………………..…………….

Kelas : ……………….…………………………..

Tanggal Pengamatan : ……………….…………………………..

Materi Pokok : ……….…………………………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Menghormati orang yang lebih tua					
2	Mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain					
3	Menggunakan bahasa santun saat menyampaikan pendapat					
4	Menggunakan bahasa santun saat mengkritik pendapat teman					
5	Bersikap 3S (salam, senyum, sapa) saat bertemu orang lain					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

7) Percaya Diri

Pedoman Observasi Sikap Percaya Diri

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam percaya diri. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap percaya diri yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

a) Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
b) Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
c) Kadang-kadang, apabila kadang-2 melakukan dan sering tidak melakukan
d) Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : ……………………………..……………..
Kelas : …………..……………………………..
Tanggal Pengamatan : …………..……………………………..
Materi Pokok : ……..………………………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
1	Berani presentasi di depan kelas					
2	Berani berpendapat, bertanya, atau menjawab suatu pertanyaan					
3	Berpendapat/melakukan kegiatan tanpa ragu-2					
4	Mampu membuat keputusan dengan cepat					
5	Tidak mudah putus asa/pantang menyerah					
Jumlah Skor						

Petunjuk Penilaian :

Peserta didik memperoleh nilai :

Baik Sekali : apabila memperoleh skor 16 - 20

Baik : apabila memperoleh skor 11 - 15

Cukup : apabila memperoleh skor 6 - 10

Kurang : apabila memperoleh skor 1 – 5

2. Pengetahuan

Melalui pemahaman tentang materi pembahasan yang telah dikemukakan di atas, setiap siswa diharapkan memiliki kemampuan atau kompetensi dalam hal-hal berikut:

a. Memberi penjelasan tentang bagian kapal dan fungsinya
b. Memberi penjelasan tentang bentuk haluan dan buritan kapal
c. Memberi penjelasan tentang tipe dan ukuran kapal

Indikator penilaian kemampuan atau kompetensi peserta didik adalah: ketepatan penjelasan perbandingan dan contoh-contoh yang diberikan (lisan dan tertulis) dengan bobot nilai sebesar 70% dan keaktifan individu dengan nilai bobot sebesar 30%.

Penilaian dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, baik pada waktu kegiatan belajar mengajar maupun melalui laporan pelaksanaan tugas latihan yang dilakukan oleh siswa secara mandiri (perorangan ataupun kelompok).

3. Keterampilan

Melalui pemahaman tentang materi pembahasan yang telah dikemukakan di atas, setiap siswa diharapkan memiliki kemampuan atau kompetensi dalam hal-hal berikut:

a. Memberi penjelasan tentang bagian kapal dan fungsinya
b. Memberi penjelasan tentang bentuk haluan dan buritan kapal
c. Memberi penjelasan tentang tipe dan ukuran kapal

Indikator penilaian kemampuan atau kompetensi peserta didik adalah: ketepatan penjelasan perbandingan dan contoh-contoh yang diberikan (lisan dan tertulis) dengan bobot nilai sebesar 70% dan keaktifan individu dengan nilai bobot sebesar 30%.

Penilaian dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, baik pada waktu kegiatan belajar mengajar maupun melalui laporan pelaksanaan tugas latihan yang dilakukan oleh siswa secara mandiri (perorangan ataupun kelompok).

PENUTUP

Buku teks bahan ajar siswa ini dibuat sebagai salah satu referensi sebagal bahan ajar bagi siswa SMK paket keahlian Nautika Kapal Penangkap Ikan. Buku ini sebagai salah satu sumber belajar untuk menerapkan implementasi kurikulum 2013. Sebagai penulis yakin bahwa buku ini sangat jauh dari sempurna sebagai salah satu acuan untuk penerapan implementasi kurikulum 2013. Oleh karena itu saya sebagai penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan dalam penyusunan buku teks bahan ajar siswa ini.

Akhir kata, saya sebagai penulis berharap adanya kritik yang membangun. Semoga buku teks ini bermanfaat bagi yang menggunakannya dan menambah kompetensi siswa SMK pada umumnya, SMK paket keahlian teknologi pengolahan hasil perikanan pada khususnya.

DAFTAR PUSTAKA

Derret, D.R. 1990. *Ship Stability for Masters and Mates*. Fourth Edition, Revised, B-H Newnes.

Thamrin, F. 2002. *Stabilitas dan Bangunan Kapal*. Pustaka Beta. Jakarta. Hal 1 – 63.

Soebekti. 1998. *Keseimbangan Kapal*. Akademi kemaritiman Surabaya. Surabaya. Hal 1 – 91.